

VŠB – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Katedra 410

Rekonstrukce elektroinstalace školního objektu

School Building Wiring System Reconstruction

2012

Vojtěch Liška

## Zadání diplomové práce

Student:

**Bc. Vojtěch Liška**

Studijní program:

N2649 Elektrotechnika

Studijní obor:

3907T001 Elektroenergetika

Téma:

Rekonstrukce elektroinstalace školního objektu.  
School Building Wiring System Reconstuction.

Zásady pro vypracování:

Popis stávajícího stavu instalací objektu školy.

Návrh způsobu rekonstrukce elektroinstalace.

Příprava podkladů pro projektovou dokumentaci.

Průzkum trhu a sestavení materiálového rozpočtu pro rekonstrukci elektroinstalace.

Seznam doporučené odborné literatury:


Podle pokynů vedoucího diplomové práce.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **Ing. Petr Bernat, Ph.D.**

Datum zadání: 30.11.2011

Datum odevzdání: 04.05.2012

  
prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.  
vedoucí katedry



  
prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.  
děkan fakulty

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

Dne 4. 5. 2012

Podpis:  .....

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu diplomové práce, panu Ing. Petru Bernatovi Ph.D., za pomoc a odborné rady při psaní této práce.



## **Abstrakt**

Diplomová práce se zabývá rekonstrukcí elektroinstalace Masarykovy střední školy zemědělské a Vyšší odborné školy v Opavě. Současná elektroinstalace je ve škole více než 30 let a nesplňuje požadavky dnešní doby. V prvních částech diplomové práce je uvedena historie školy a popis současného stavu elektroinstalace zároveň s fotografiemi školních prostor. Práce obsahuje návrh řešení rekonstrukce. Součástí tohoto návrhu je výpočet osvětlení učeben, kabinetů, chodeb i tělocvičny. Tyto výpočty jsou prováděny v programu Relux. Je uveden postup výpočtu v tomto programu. V dalších částech práce je návrh elektroinstalace, průzkum trhu a materiálový rozpočet. Výpočet elektroinstalace je proveden v programu Sichr, včetně návodu výpočtů. V příloze dokumentu se nachází výkresy se současným stavem školy, novým návrhem a schématem celé elektroinstalace.

## **Abstract**

This thesis is dealing with wiring system reconstruction at the Masaryk Secondary School of Agriculture and Higher Vocational School in Opava. Contemporary wiring system has been at school for over 30 years and it doesn't satisfy present requirements. The first part of this thesis includes history of this school and a description of contemporary state of the wiring system with photographs of school premises. The main work submits a proposal of a possible reconstruction. A part of this proposal is lighting calculations of schoolrooms, offices, halls and gyms. These calculations are conducted by Relux program. The calculation method in this program is also included. Further parts include a wiring system proposal, market research and material costing. Plans of actual state of the school, new propositions plus a diagram of the whole wiring system are enclosed in the appendix.

## **Klíčová slova**

rekonstrukce, elektroinstalace, návrh, svítidlo, osvětlení, návod, Relux, Sichr, rozpočet, popis

## **Key words**

reconstruction, wiring system, project, luminaire, lighting, instruction, Relux, Sichr, budget, description

## Seznam použitých symbolů a zkratek

A	jednotka proudu
AYKY	typ hliníkového kabelu
DPH	daň z přidané hodnoty
HOP	hlavní ochranná přípojnice
N	pracovní vodič
NN	nízké napětí
PE	ochranný vodič
PrizSv1	světelný okruh 1 v přízemí
RH	hlavní rozváděč
R1.1, R1.2	podružné rozváděče
SutZás2	zásuvkový okruh 2 v suterénu
UGR <sub>L</sub>	činitel oslnění
VN	vysoké napětí
cosφ	účinník
kVA, kW	jednotky výkonu
lx	jednotka osvětlenosti
1.PosNouz3	nouzový okruh 3 v 1. poschodí
Ω	jednotka odporu

## Obsah

1. Úvod.....	2
2. Historie školy.....	3
3. Popis stávajícího stavu instalací objektu školy.....	4
3.1. Popis jednotlivých prostor .....	6
3.1.1. Suterén .....	6
3.1.2. Přízemí .....	8
3.1.3. 1. Poschodí.....	10
3.1.4. 2. Poschodí.....	13
3.1.5. Základní informační středisko .....	15
4. Návrh rekonstrukce.....	16
4.1. Návrh a výpočet osvětlení prostorů školy.....	16
4.1.1. Osvětlení učeben.....	16
4.1.2. Postup při návrhu osvětlení v programu Relux a výsledky .....	17
4.1.2.1 Výsledky výpočtu pro učebnu č. 306.....	22
4.1.3. Osvětlení kabinetů .....	27
4.1.4. Osvětlení chodeb.....	27
4.1.5. Osvětlení reprezentačních hal s kazetovým stropem.....	28
4.1.6. Osvětlení prostor suterénu .....	29
4.1.7. Osvětlení tělocvičny .....	29
4.1.8. Nouzové osvětlení.....	30
4.2. Návrh rekonstrukce elektroinstalace.....	31
4.2.1. Zásobování budovy el. energií.....	31
4.2.2. Rozmístění rozváděčů.....	31
4.2.3. Uzemnění .....	31
4.2.4. Ochrana proti atmosférickému a provoznímu přepětí .....	32
4.2.5. Světelné a zásuvkové obvody .....	32
4.2.6. Ochrana proti zkratu, přetížení a nebezpečnému dotyku.....	32
4.2.7. Ochrana před úrazem elektrickým proudem.....	32
4.2.8. Revize .....	33
4.2.9. Způsob likvidace odpadů při rekonstrukci.....	33
4.2.10. Bezpečnost a ochrana zdraví při práci .....	33
4.2.11. Výpočet elektroinstalace budovy.....	34
4.2.12. Postup výpočtu v programu Sichr.....	34
5. Průzkum trhu.....	43
5.1.1. Přístroje.....	43
5.1.2. Zásuvky a vypínače .....	43
5.1.3. Svítidla .....	44
5.1.4. Rozváděče .....	44
6. Materiálový rozpočet .....	45
7. Závěr .....	48
8. Použitá literatura .....	49
8.1. Tištěné dokumenty.....	49
8.2. Internetové zdroje .....	49
9. Přílohy.....	50

# 1. Úvod

Elektroinstalace jsou běžnou součástí našeho života a bez nich bychom si dnes život ani nedokázali představit. Díky tomu máme ve svých obydlích, bytech, výrobních halách a prakticky ve všech prostorách světlo a napájení spotřebičů, které nám ulehčují život, zvyšují pohodlí či efektivitu práce. Některé elektroinstalace jsou ale zastaralé a nesplňují aktuální platné normy a bezpečnost provozu. Toto se týká právě elektrické instalace budovy Masarykovy střední školy zemědělské a Vyšší odborné školy v Opavě. Škola má svůj věk a většina elektroinstalace je stará 32 let.

Cílem práce je návrh možného řešení rekonstrukce, příprava podkladů pro projektovou dokumentaci a průzkum trhu s následným sestavením materiálového rozpočtu.

V první části se práce jen okrajově zabývá historií školy a jejím budováním. Další část pojednává o současném stavu školy.

Ostatní části se zabývají samotným projektem elektroinstalace, umístěním zásuvek a světelných soustav. Také je popsán návrh osvětlení, včetně simulace v programu Relux. Výpočty jsou prováděny v programu Sichr.

Na závěr práce je uveden průzkum trhu a materiálový rozpočet, se kterým bude muset škola počítat v případě nevyhnutelné rekonstrukce.

## 2. Historie školy

Historie školy začíná v roce 1919, kdy byla zřízena Státní střední hospodářská škola v Opavě. Učební prostory se nacházely v tehdejším Mariánském ústavu na Kylešovské kopci. V roce 1925 byla zahájena stavba nové budovy školy a od roku 1927 probíhá výuka v nových prostorách, kde sídlí škola dodnes.



**Obr. 1** dobová fotka školy z doby jejího postavení

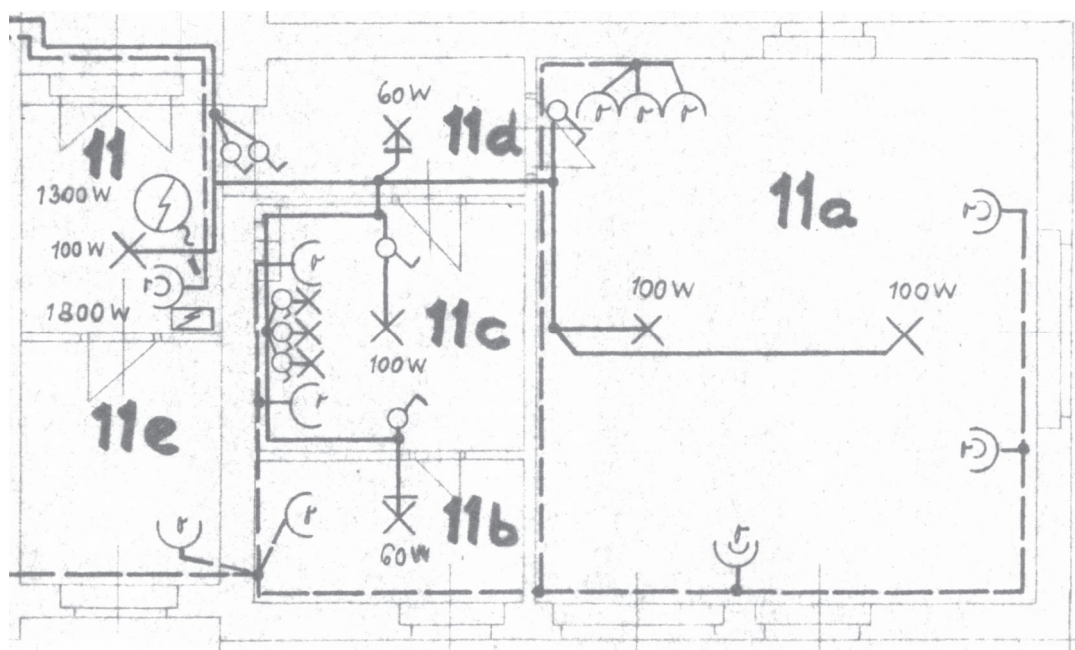
Jedná se o volně stojící budovu ve tvaru písmene T s centrální dvojposchodovou částí a dvěma krátkými jednoposchodovými křídly a kolmým dlouhým zadním křídlem. Má neoklasicistní prvky s pásovým přízemím, pilastry a arkýři. Zajímavostí interiéru školy je reprezentační hala s kazetovým stropem. [1] S příchodem německé okupace (rok 1938) škola ukončila svou činnost a po sedmi letech, v roce 1945, po skončení druhé světové války, svou činnost obnovila. Během let byla budova školy a její okolí budováno a upravováno do dnešní podoby. Můžeme zmínit výstavbu mechanizační haly (1965), dostavění základního informačního střediska (1973) nebo vybudování nové halové tělocvičny (1981). V roce 2002 proběhla rekonstrukce fasády. V roce 2008 byla postavena nová mechanizační hala, určená především pro odborný výcvik. Od roku 2010 se mohou studenti i kantoři stravovat v nově zrekonstruované školní kuchyni.



**Obr. 2** současná podoba školy

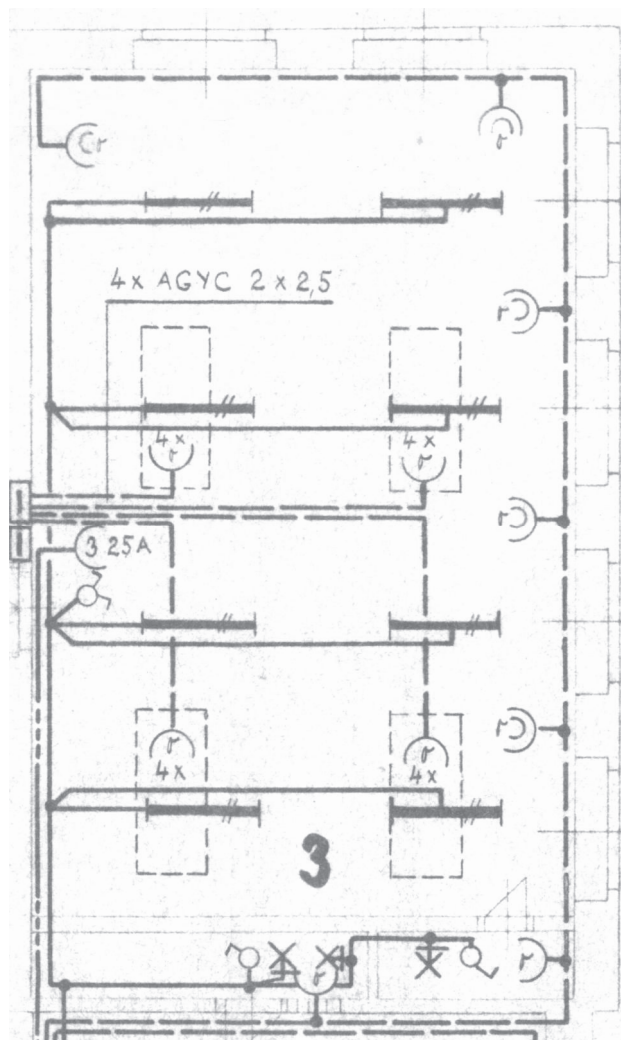
### 3. Popis stávajícího stavu instalací objektu školy

Aktuální technický stav elektroinstalace je špatný. Část elektroinstalace je původní, tedy z roku 1927. Většina je mladšího data, a to z roku 1979. Projekční činnost k novější elektroinstalaci byla započata přibližně v letech 1978 - 1979. Dle informací elektrické údržby školy dochází k častým výpadkům nejen hlavních jističů, ale hlavně jednotlivých okruhů. Dle informací učitelů není možné mít zapnuty všechny počítače v kabinetech a zároveň si pustit varné konvice k uvaření kávy či jiného horkého nápoje. Vždy vypadne celý okruh. Zásuvkové okruhy jsou jističeny 10 A jističi a světelné okruhy jističi o hodnotě 6 A. Elektrická instalace je provedena v původní soustavě TN-C dle normy ČSN 34 10 10. Tato soustava nesplňuje požadavky bezporuchového provozu počítačových sítí a zároveň nesplňuje bezpečnostní požadavky dnešních norem. Stávající rozvod samozřejmě není opatřen přepětíovou ochranou. Vedení je provedeno v hliníkových vodičích. Vzhledem k typické vlastnosti hliníku - hliník "teče", musí údržba velmi často provádět kontrolu všech krabic. Vedení je přetížené a díky tomuto přetížení dochází k hoření spojů v krabicích. Jedná se o velmi nebezpečnou situaci, kdy může dojít snadno a rychle k požáru školy. Tento fakt dokládá i skutečnost, že v aule školy málem k požáru došlo. Důkazem je ohořelý dřevěný obklad. Hliníkové vodiče jsou o průřezu 4 mm<sup>2</sup> pro zásuvky a 2,5 mm<sup>2</sup> pro osvětlovací soustavy.



Obr. 3 vzhled výkresu řešení elektroinstalace z roku 1979 v prostorách současného "klubu" (2. poschodí, na výkresech místnost 414)

Osvětlovací soustavy většiny učeben jsou, vzhledem k hygienickým předpisům, provedeny dle nových norem. V kabinetech, skladech, šatnách, na chodbách, na schodištích a na některých sociálních zařízeních jsou ještě původní osvětlovací soustavy. Osvětlení, které bylo provedeno v roce 1979, je dle normy ČSN 36 00 42.

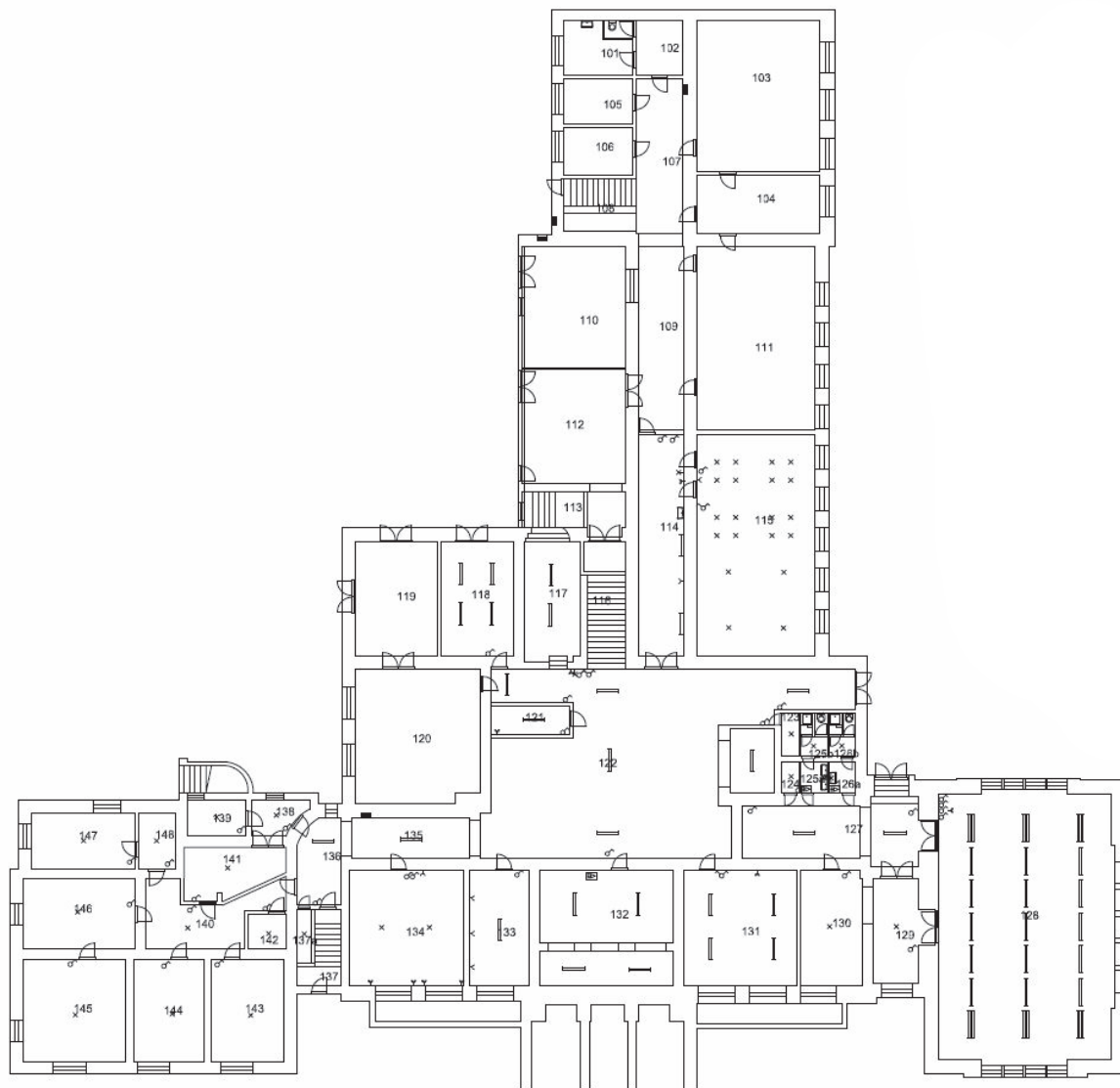


Obr. 4 vzhled a provedení výkresu elektroinstalace části 2. poschodí



### 3.1. Popis jednotlivých prostor

#### 3.1.1. Suterén



Obr. 5 výkres stávajícího stavu suterénu

Prostory 101 - 114 jsou prostory kuchyně a jsou po rekonstrukci. Prostor 115 je jídelna. V té nebyla rekonstrukce prováděna a je nutné vyměnit osvětlení. Stávající osvětlení je žárovkové. Prostory 119 a 120 jsou prostory kotelny. Práce se jimi podrobně nezabývá, avšak ve výpočtu elektroinstalace jsou zahrnuty. Přesné umístění svítidel a zásuvek záleží na aktuální potřebě při rekonstrukci. Prostory 117, 118, 122, 131 - 134 jsou prostory šaten. V těchto prostorách je ve většině případů dostatečné osvětlení zářivkovými svítidly. Střední část prostoru 122 je využívána také jako chodba. Prostor 128 je tělocvična. Na západní stěně tělocvičny je umístěna



cvičná horolezecká stěna. Osvětlení tělocvičny je provedeno pomocí třech řad zářivkových svítidel. Prostory 139 - 148 jsou prostory skladů a dílen školníka.



**Obr. 6 osvětlení tělocvičny**



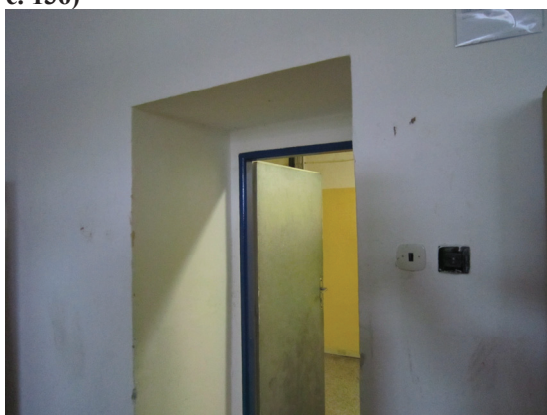
**Obr. 9 šatny 1**



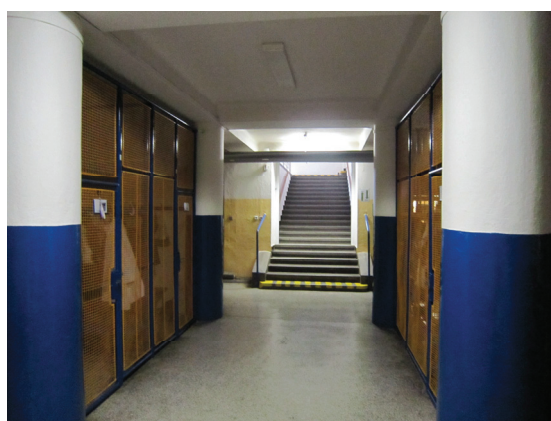
**Obr. 7 chodba v suterénu (foceno z prostoru č. 136)**



**Obr. 10 šatny 2**

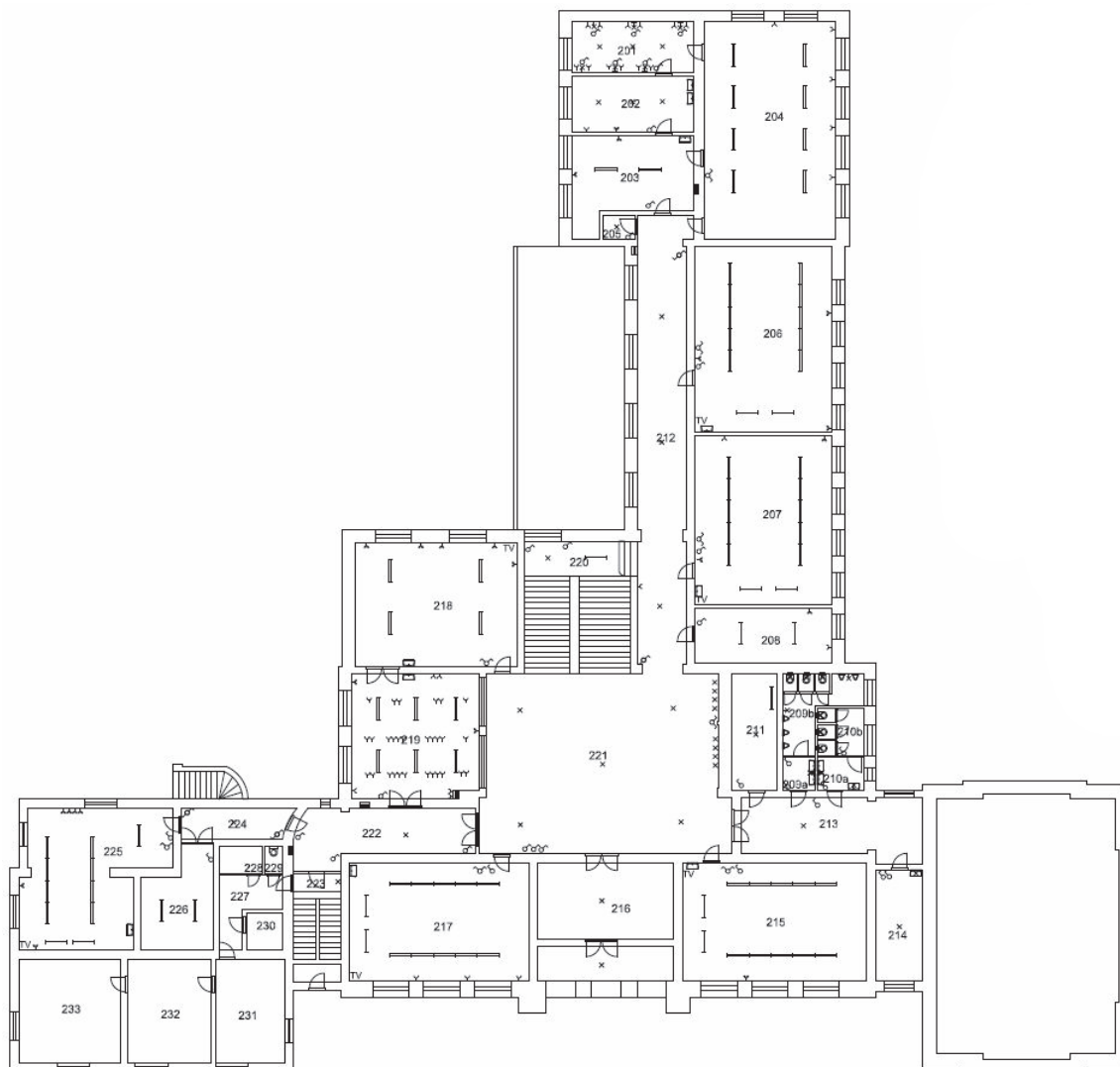


**Obr. 8 vypínač a zásuvka v prostorách suterénu**



**Obr. 11 prostor 122 se šatnami**

### 3.1.2. Přízemí



**Obr. 12** výkres stávajícího stavu přízemí

V přízemí se nachází hlavní vstup do budovy. Ten vede přes prostor 216. Následně se vstupuje do prostoru 221, což je reprezentační vstupní hala s kazetovým stropem. Prostory 206, 207, 215, 217, 218 jsou učebny bez zaměření. Prostor 204 je chemická laboratoř. V prostoru 219 se nachází počítačová učebna s již provedenou rekonstrukcí elektroinstalace. Prostor 225 je učebna cizích jazyků. V prostorách 227 - 233 je byt školníka. Ostatní prostory jsou kabinety nebo sklady.



**Obr. 13 vstupní hala s kazetovým stropem**



**Obr. 16 počítačová učebna (č. 219)**



**Obr. 14 osvětlení chemické laboratoře (č. 204)**



**Obr. 15 část kabinetu přiléhajícího k chemické laboratoři (č. 201)**



**Obr. 17 skladový prostor (č. 211)**



### 3.1.3. 1. Poschodí



**Obr. 18** výkres stávajícího stavu 1. poschodí

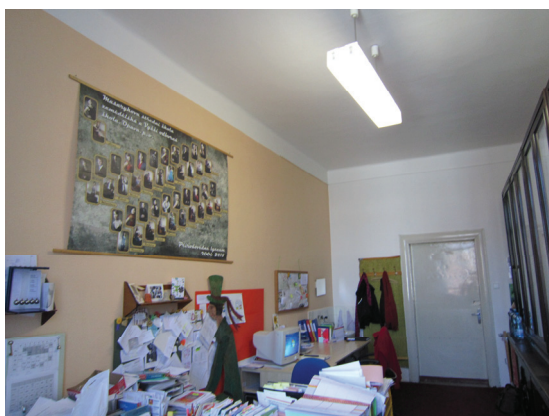
První poschodí obsahuje hlavně administrativní a reprezentativní sekci budovy. Pouze prostory 301, 303 a 306 a 330 jsou prostory učeben. Učebna 303 je odborná učebna chovu. Malé prostory velikosti prostoru 304 a menší jsou kabinety nebo kanceláře. V prostoru 315 se nachází sborovna. Prostor 317 je prostorem ředitelny a prostor 311 je aula.



Obr. 19 učebna chovu (č. 303)



Obr. 22 sborovna (č. 315)



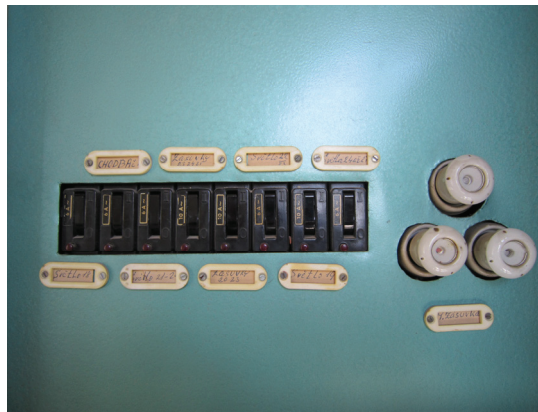
Obr. 20 kabinet (č. 307)



Obr. 23 kabinet (č. 314)



Obr. 21 kancelář zástupce ředitele (č. 310)



Obr. 24 vzhled současných rozváděčů





Obr. 25 jeden ze starých vypínačů



Obr. 28 ředitelna (č. 317)



Obr. 26 vzhled starých zásuvek



Obr. 29 ředitelna (č. 317)

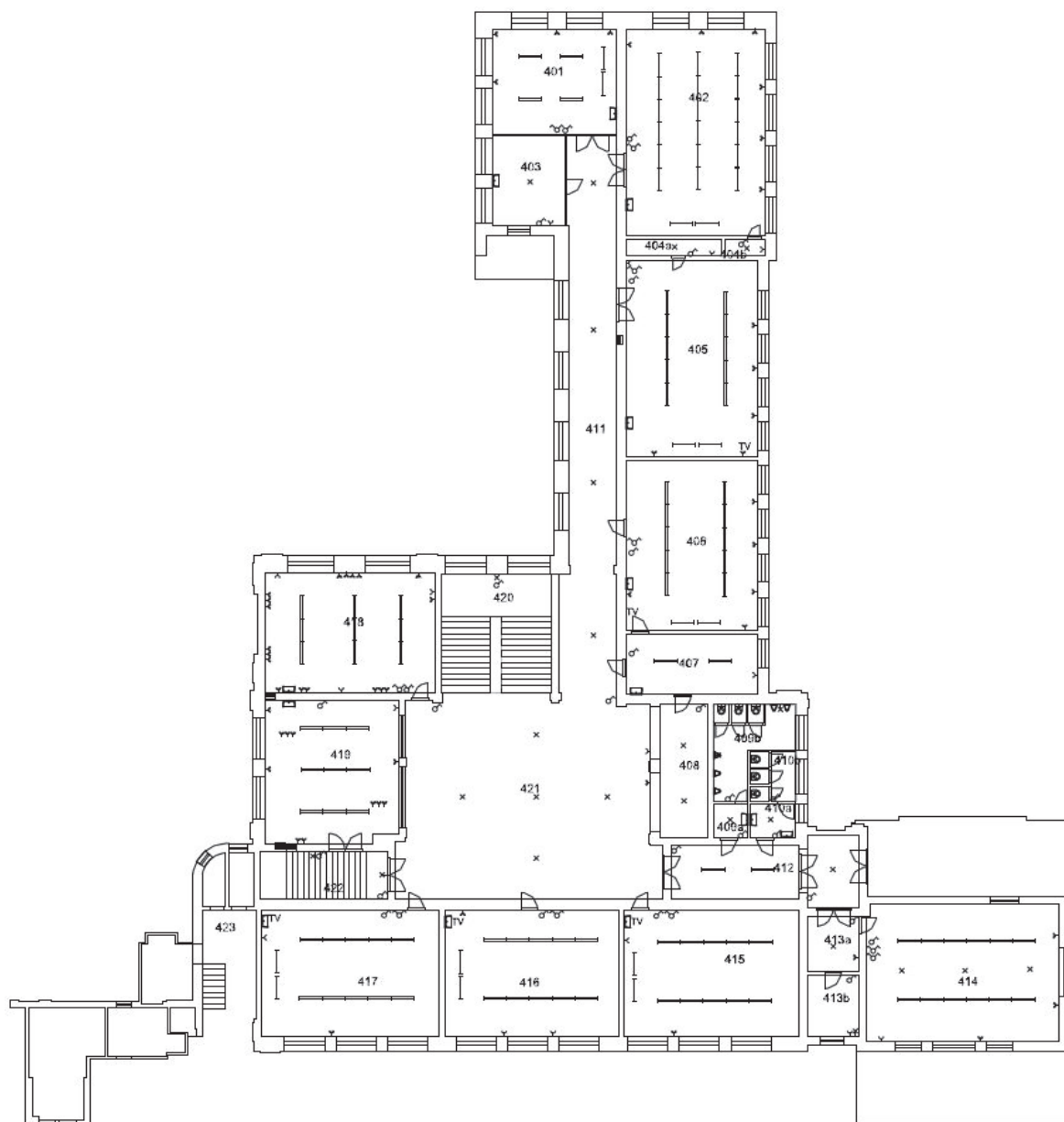


Obr. 27 aula (č. 311)



Obr. 30 kabinet (č. 304)

### 3.1.4. 2. Poschodí



**Obr. 31** výkres stávajícího stavu 2. poschodí

V druhém poschodí se nachází převážně učebny. V prostoru 418 a 419 jsou počítačové učebny s rekonstruovanými obvody. Prostor 403 je zimní zahrada.





**Obr. 32** vnitřní prostor s kazetovým stropem (č. 421)



**Obr. 35** učebna (č. 402)



**Obr. 33** prostory bývalého "klubu" (č. 414)



**Obr. 36** počítačová učebna (č. 418)



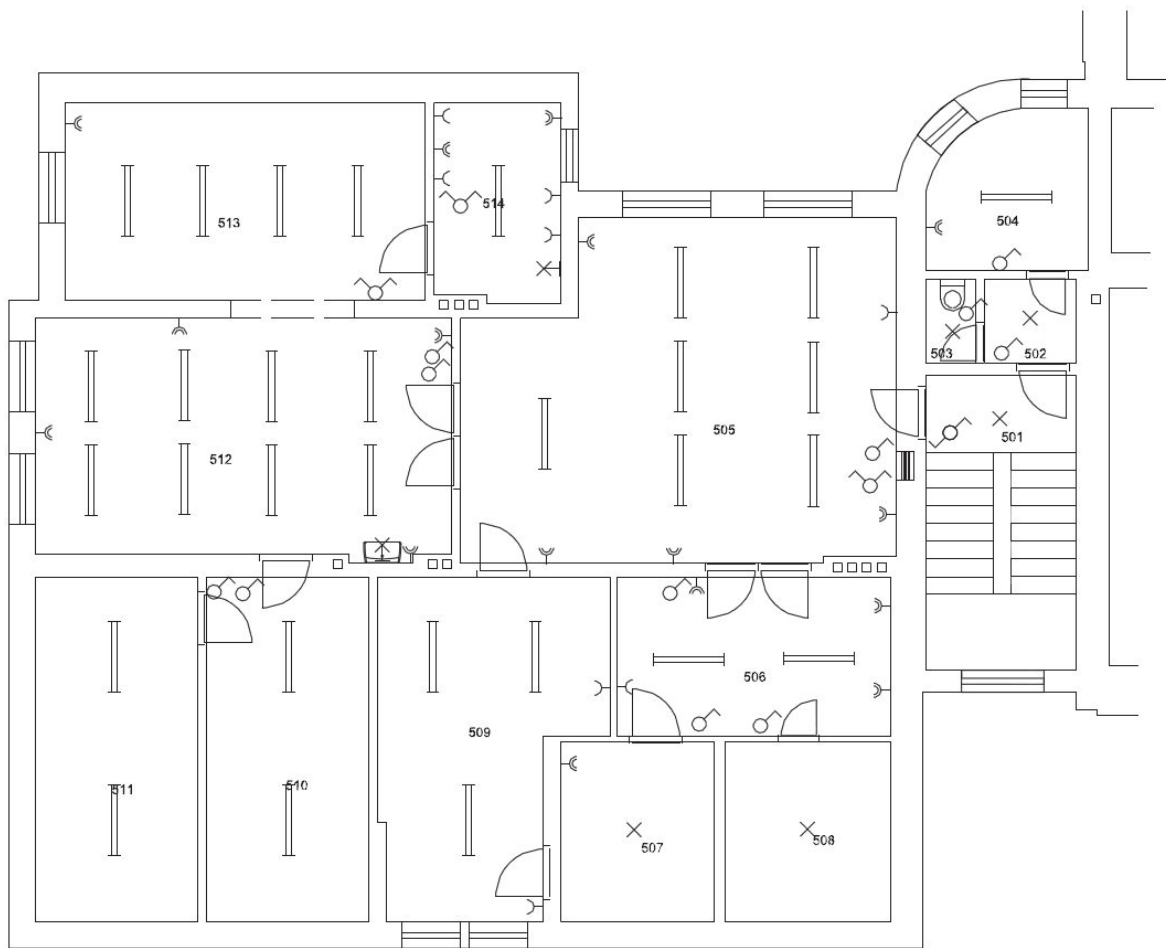
**Obr. 34** učebna (č. 417)



**Obr. 37** počítačová učebna (č. 419)



### 3.1.5. Základní informační středisko



**Obr. 38** výkres stávajícího stavu základního informačního střediska

V prostorách základního informačního střediska se nachází knihovna, archiv a kabinety.



**Obr. 39** vstupní prostor (č. 505)



**Obr. 40** knihovna (č. 512)

## 4. Návrh rekonstrukce

### 4.1. Návrh a výpočet osvětlení prostorů školy

Návrh je proveden dle normy ČSN EN 12464-1 (Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 1: Vnitřní pracovní prostory).

#### 4.1.1. Osvětlení učeben

Pro osvětlení učeben požaduje norma minimální osvětlenost 300 lx,  $UGR_L$  maximálně 19 a činitel barevného podání minimálně 80. Učebny jsou někdy využívány po večerech, ať už pro výuku nebo pro různé akce, které se na škole konají. V tomto případě je potřeba, aby osvětlení učeben mělo hodnotu minimálně 500 lx.

Byly vybrány svítidla firmy Vyrtych Falcon-D/I-236-AR-EP. Jedná se o zářivková svítidla pro přímo nepřímé osvětlování interiérů s elektronickým předřadníkem.



Obr. 41 svítidlo Vyrtych Falcon-D/I-236-AR-EP

V učebnách budou svítidla zavěšena půl metru pod stropem na lankových závěsech. Jako vzorové učebny jsou použity místnosti 306 a 330. V případě větších prostor učeben bude přidána jedna řada svítidel, aby byla splněna norma.

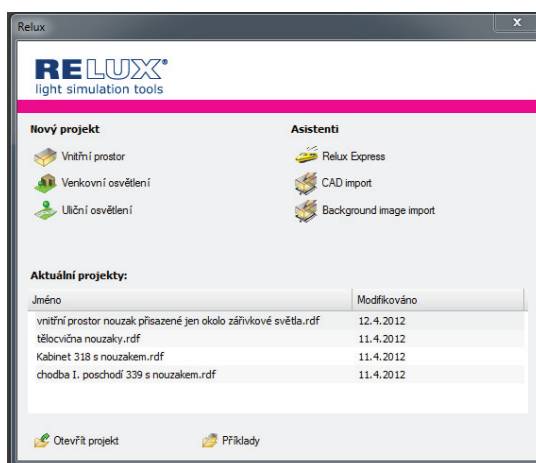
Pro osvětlení tabule jsou použita asymetrická svítidla Falcon 1x58W. Osvětlení je navrženo tak, aby na tabuli byla minimální osvětlenost 500 lx.

Osvětlení učeben je regulovatelné pouze zapínáním jednotlivých řad směrem od okna.

#### 4.1.2. Postup při návrhu osvětlení v programu Relux a výsledky

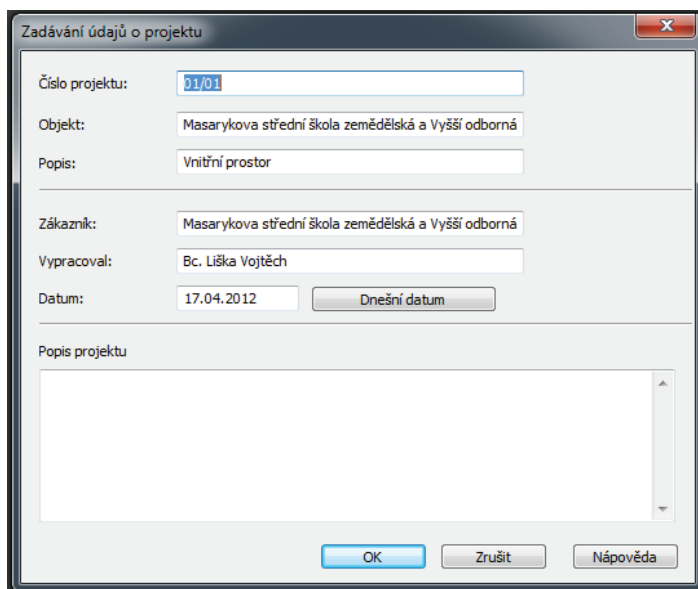
Jako vzorový projekt byl vybrán prostor učebny č.306.

Po spuštění programu se program táže počáteční tabulkou, jaký prostor chceme navrhovat a zobrazuje ve spodní části aktuální rozpracované projekty.

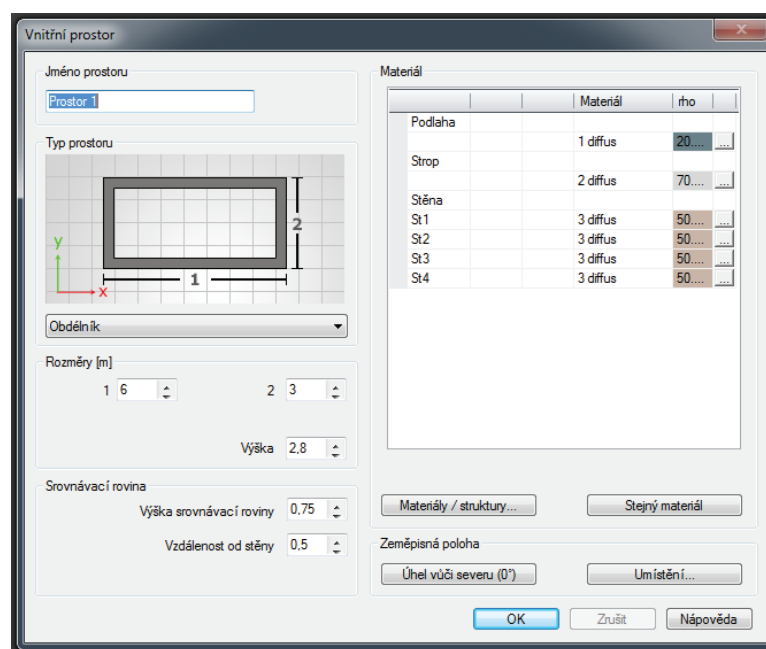


Obr. 42 počáteční okno programu Relux

Vzhledem k navrhování vnitřního prostoru je zvolen vnitřní prostor a po možném zadání textových údajů o projektu je nutné programu definovat jeho parametry. Jsou to: velikost, barva stěn, podlahy a stropu, výška srovnávací roviny a její vzdálenost od stěn. Hodnoty vzdáleností jsou udávány v metrech.

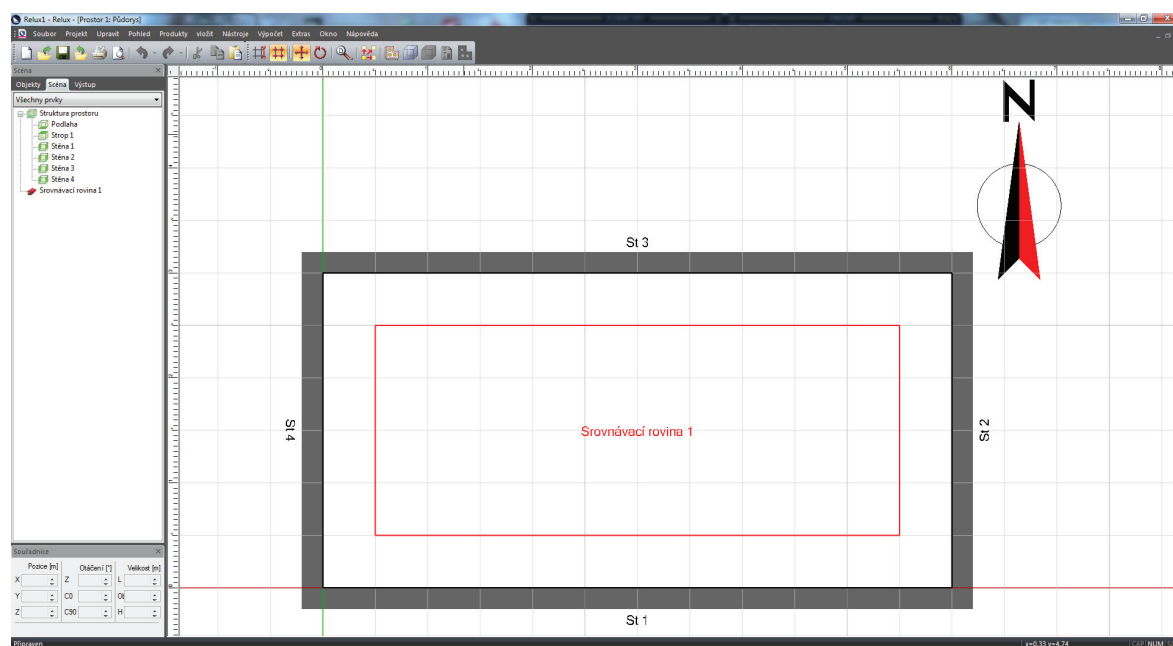


Obr. 43 zadání údajů o projektu



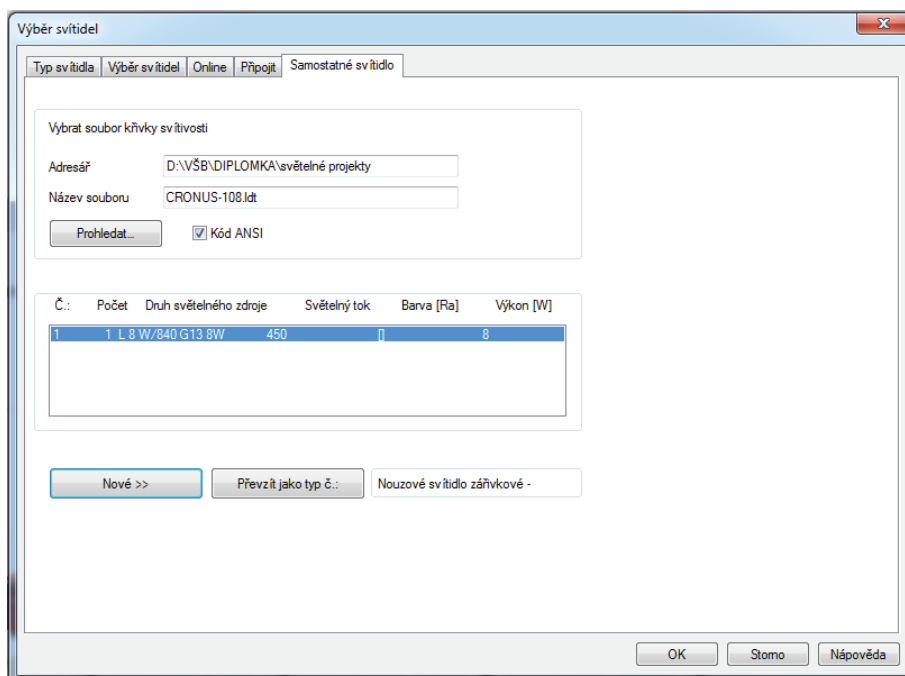
Obr. 44 zadání parametrů prostoru

Po zadání parametrů prostoru je možné simulovat prostor dle potřeby. Mohou se vkládat jakékoli 3D objekty, dveře, okna nebo svítidla.



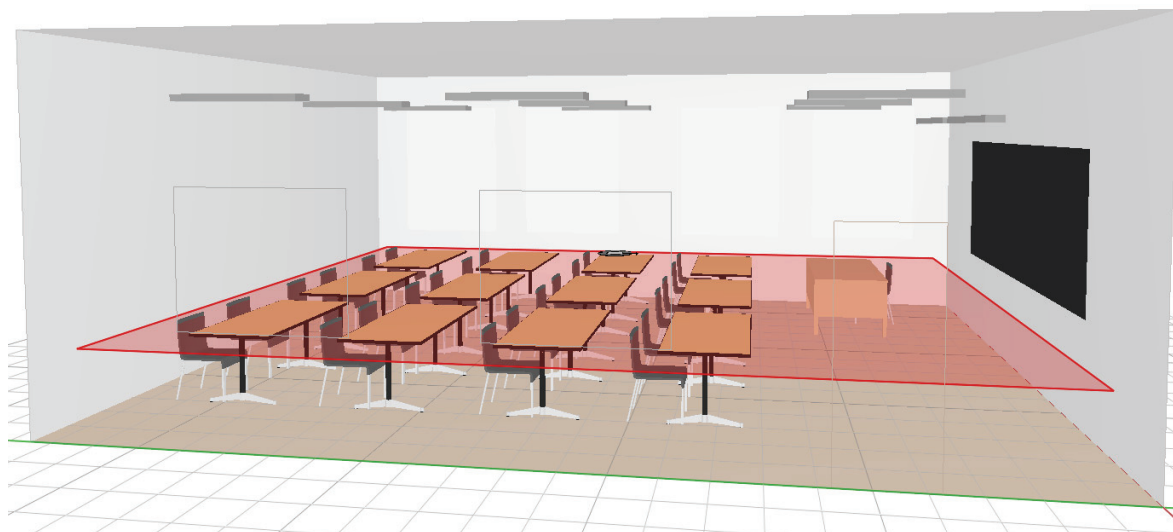
Obr. 45 pracovní plocha programu Relux

Import svítidel z externích souborů (přípona .ldt) se provádí pomocí vložení nového samostatného svítidla. Po kliknutí na prohledat a vyhledání souboru svítidla v průzkumníku stačí kliknout na tlačítko "Nové" a "OK". Svítidlo je importováno do projektu a je možné s ním pracovat.

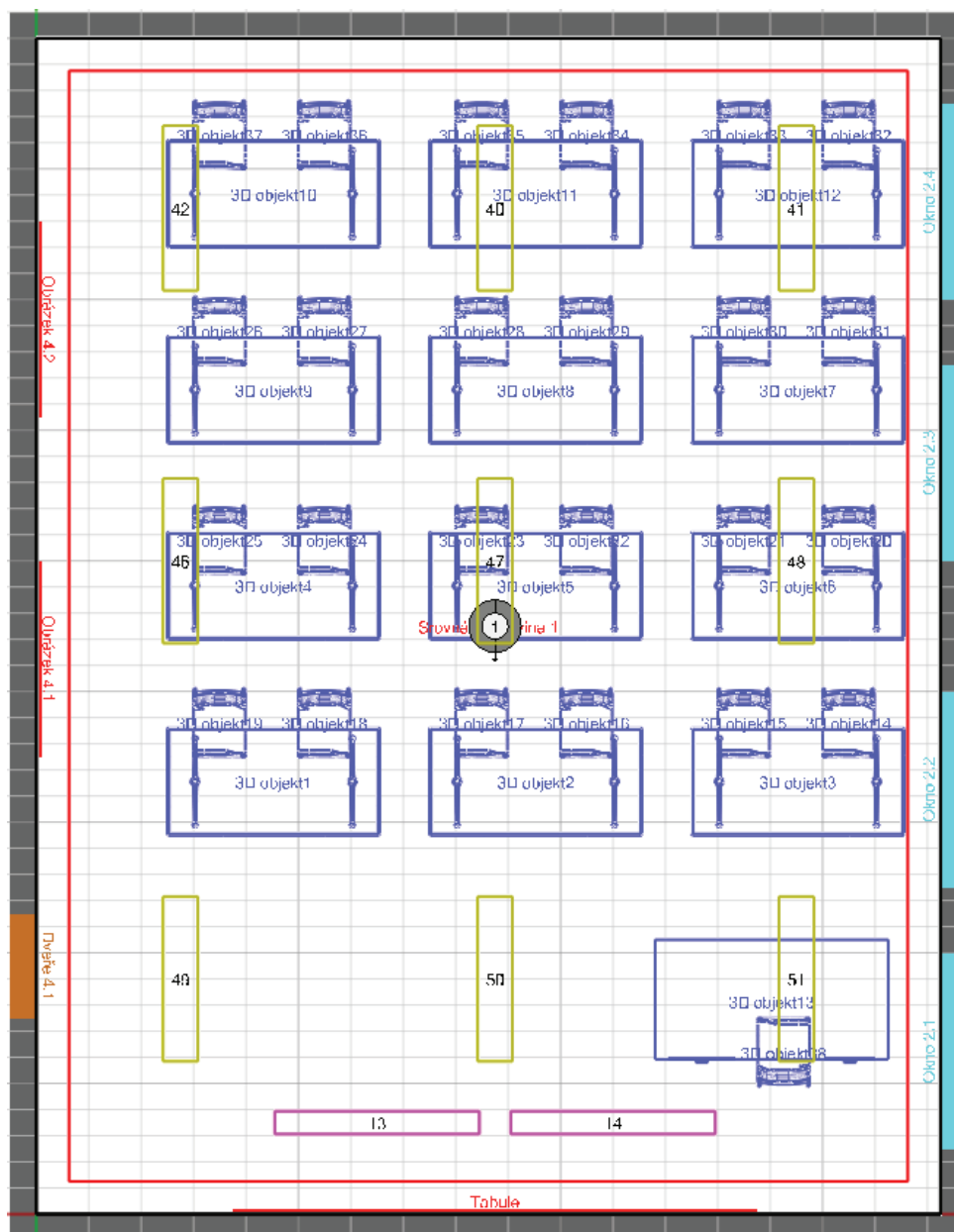


Obr. 46 výběr a import svítidla ze souboru

V případě potřeby je možné se pohybovat v navrhovaném prostoru ve 3D prostředí.

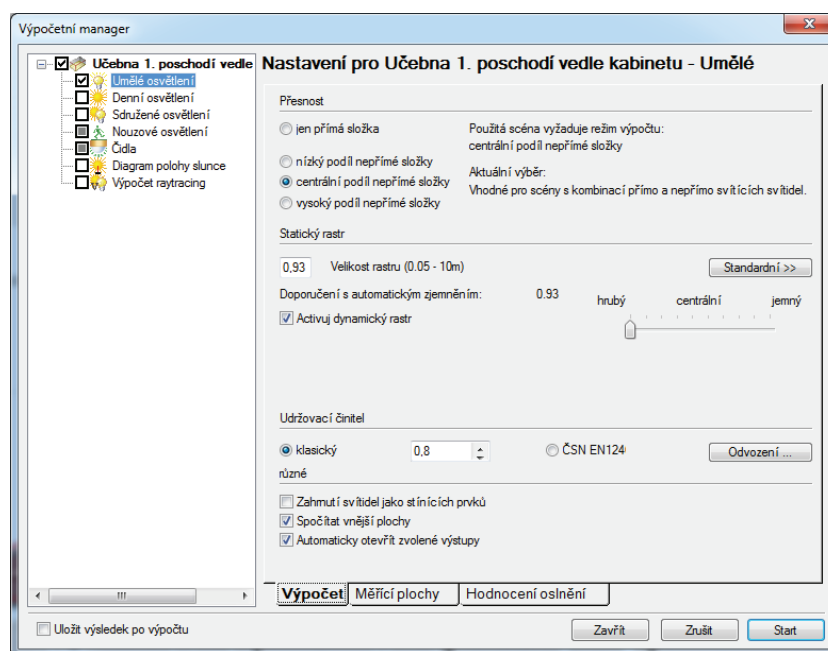


Obr. 47 vzhled 3D prostředí při pohybu v místnosti nebo okolo ní (červená plocha je zobrazení srovnávací roviny)



Obr. 48 půdorys prostoru po celkovém navržení osvětlení a všech 3D objektů

Po zvolení všech 3D objektů a svítidel se dá přejít k samotnému výpočtu. Zadáme Výpočet / Nastavení výpočtu a zobrazí se tabulka s nastavením.

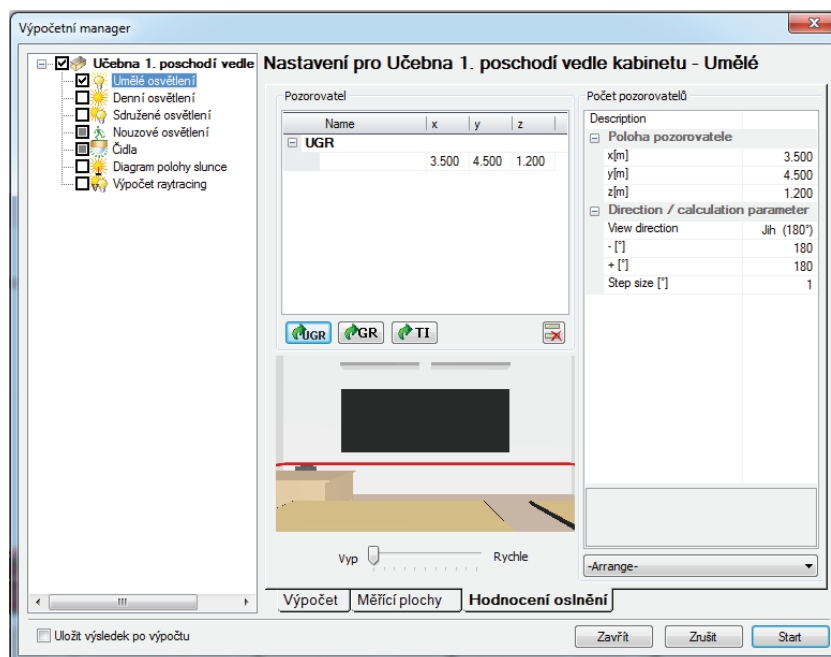


Obr. 49 nastavení výpočtu

V nastavení parametrů výpočtu se nastavuje výpočet umělého, denního, sdruženého osvětlení atd., dle výše uvedené nabídky.

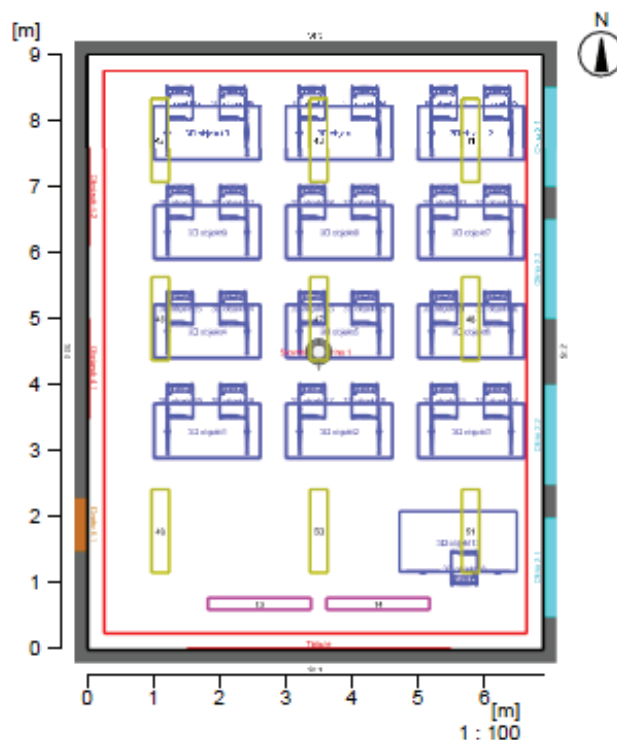
Při nastavení lze také definovat body pro měření oslnění ( $UGR_L$ ).

Počet bodů není limitován, ale ve výsledku se to projeví stejným počtem stran na výstupu jako je počet definovaných bodů.



Obr. 50 nastavení výpočtu činitele oslnění

#### 4.1.2.1 Výsledky výpočtu pro učebnu č. 306



##### Údaje o prostoru:

W1 : 6.90  
W2 : 9.00  
W3 : 6.90  
W4 : 9.00  
W5 : ----  
W6 : ----

Podlaha: ----

Strop: ----

Výška místnosti [m]: 3.50

Výška srovnávací roviny [m]: 0.75

##### Činitelé odrazu:

90.4 %  
90.4 %  
90.4 %  
90.4 %

73.9 %

90.4 %

3.50

0.75

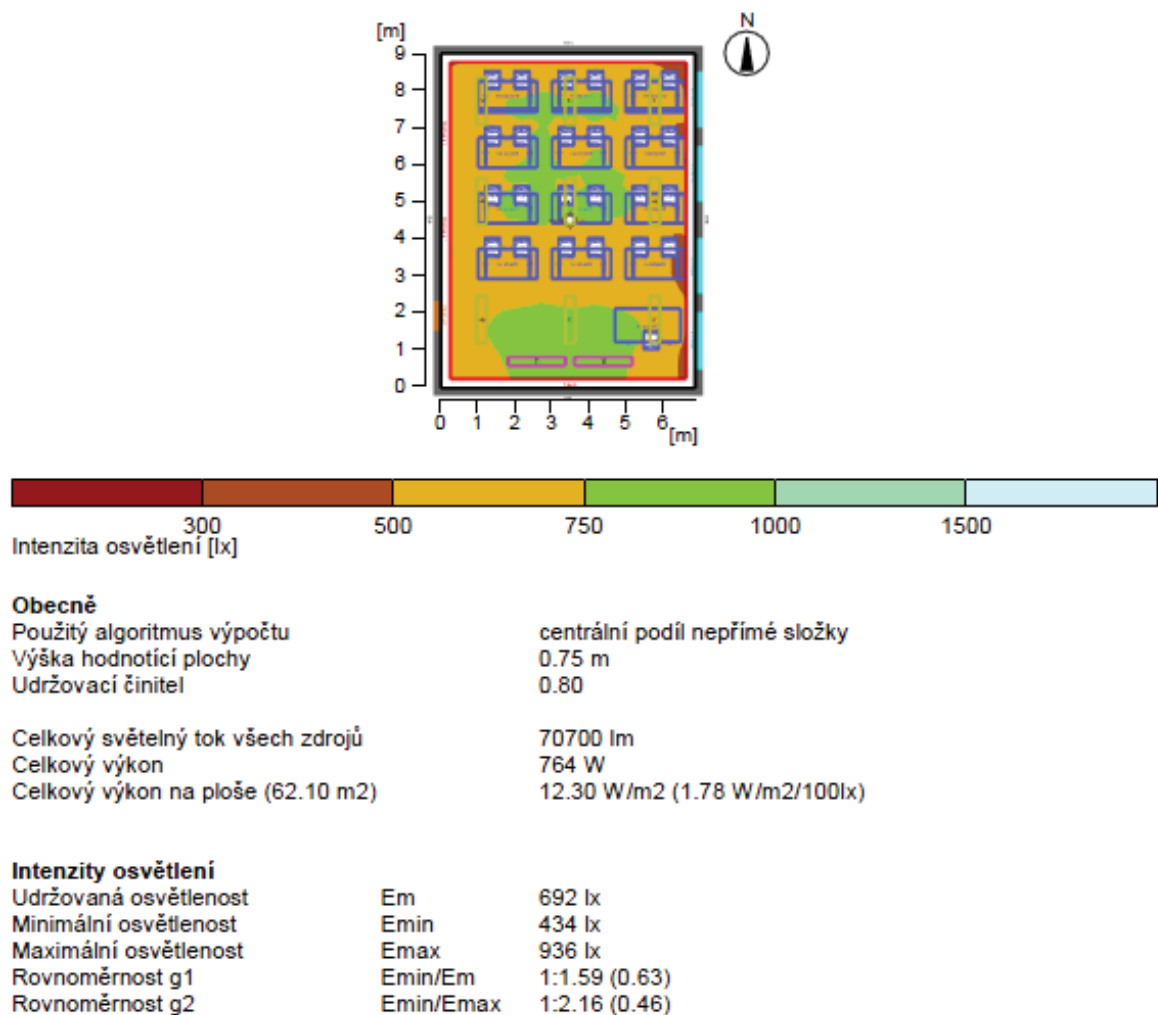
##### Konstrukční prvky

Pi : Pilíř  
Př : Přička  
Pp : Reálná pracovní plocha  
m : Virtuální měřicí plocha  
Sv : Světlik  
Ob : Obraz  
Ok : Okno  
D : Dveře  
Ná : Nábytek

Obr. 51 půdorys místnosti s údaji o prostoru

Ve výsledku vidíme navržený celkový půdorys prostoru. Červeně je ohraničena srovnávací rovina. 3D objekty (židle, stoly, květiny atd.) jsou modře. Žlutě a růžově jsou zobrazena světla.



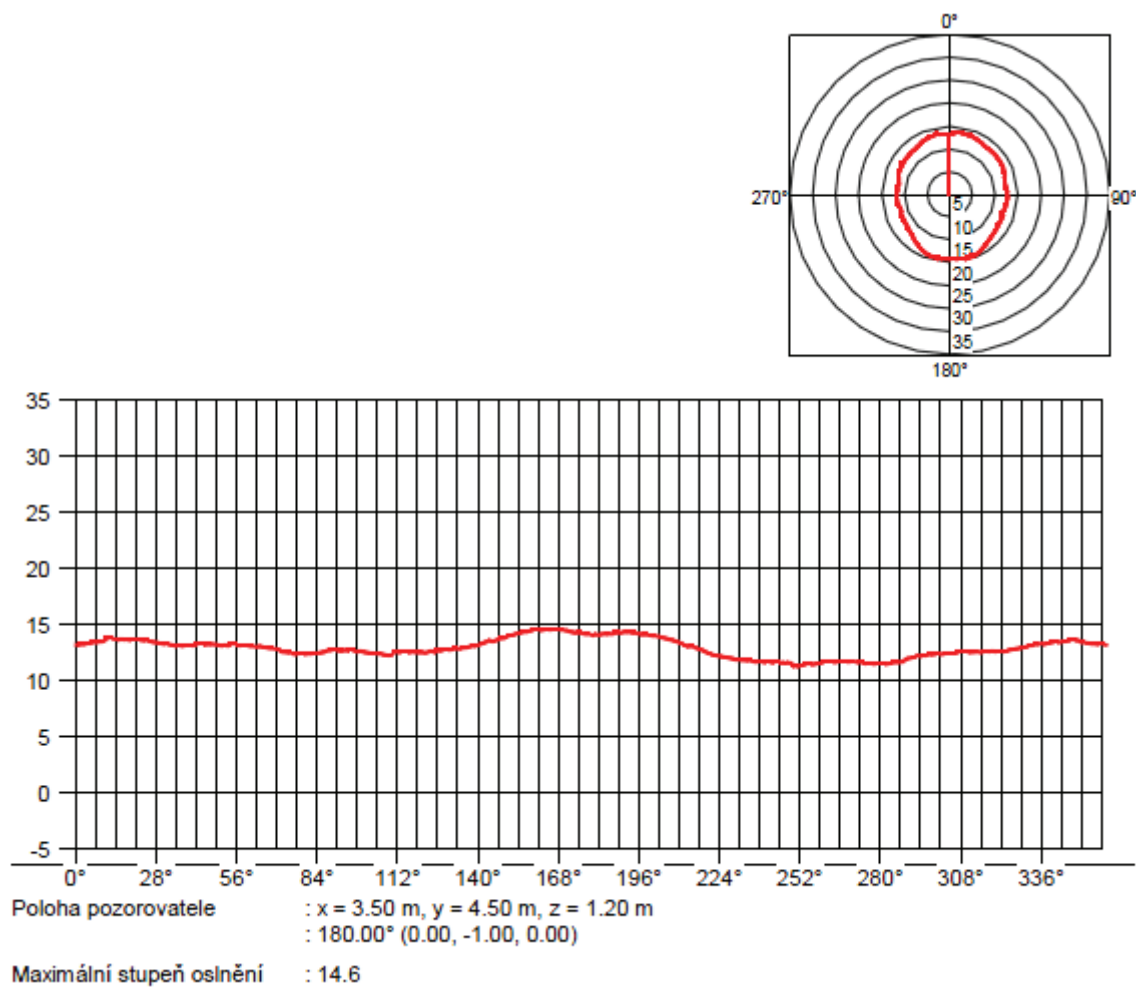


**Obr. 52** přehled výsledků na srovnávací rovině

Na Obr. 52 je přehled výsledků, který zobrazuje program. V textové části je typ použitého algoritmu výpočtu, výška srovnávací roviny, použitý udržovací činitel, celkový světelný tok všech zdrojů, celkový výkon a celkový výkon na m<sup>2</sup>. Dále program zobrazuje hodnotu osvětlenosti na srovnávací rovině a jejich rovnoměrnost.

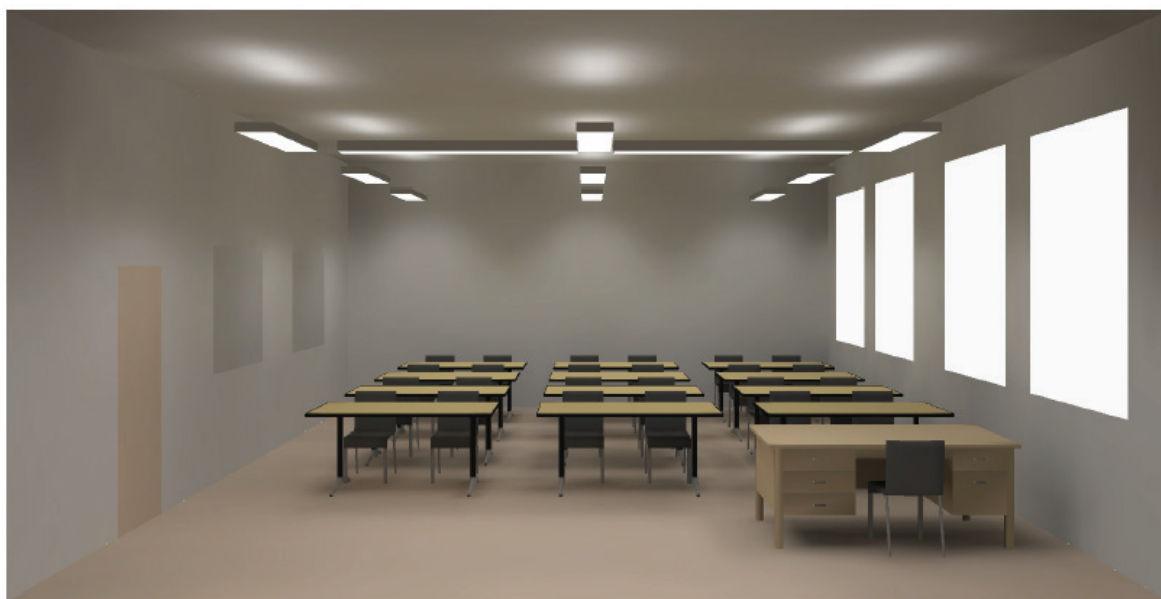
Nad textovou částí je půdorys místnosti se zobrazením intenzity v pseudobarvách. Každá barva zobrazuje určitý interval hodnoty osvětlenosti. Největší osvětlenost je v případě zelené barvy. Tato barva zobrazuje hodnotu osvětlenosti od 750 do 1000 lx. Tato maximální hodnota je dána díky mnohým odrazům světla od objektů a větší koncentrací světelného toku v daných místech. Nejnižší hodnoty osvětlení jsou naopak dány (červená barva) nedostatečným odrazem nebo sníženým světelným tokem od svítidel do daných prostor.

Hodnocení oslnění dle  $UGR_L$ :



**Obr. 53** hodnocení oslnění dle  $UGR_L$

Norma požaduje pro osvětlení učeben maximální hodnotu činitele  $UGR_L$  19. Na Obr. 53 lze vidět hodnocení ze středu místnosti, v rozmezí 360°. Maximální hodnota oslnění je 14,6.



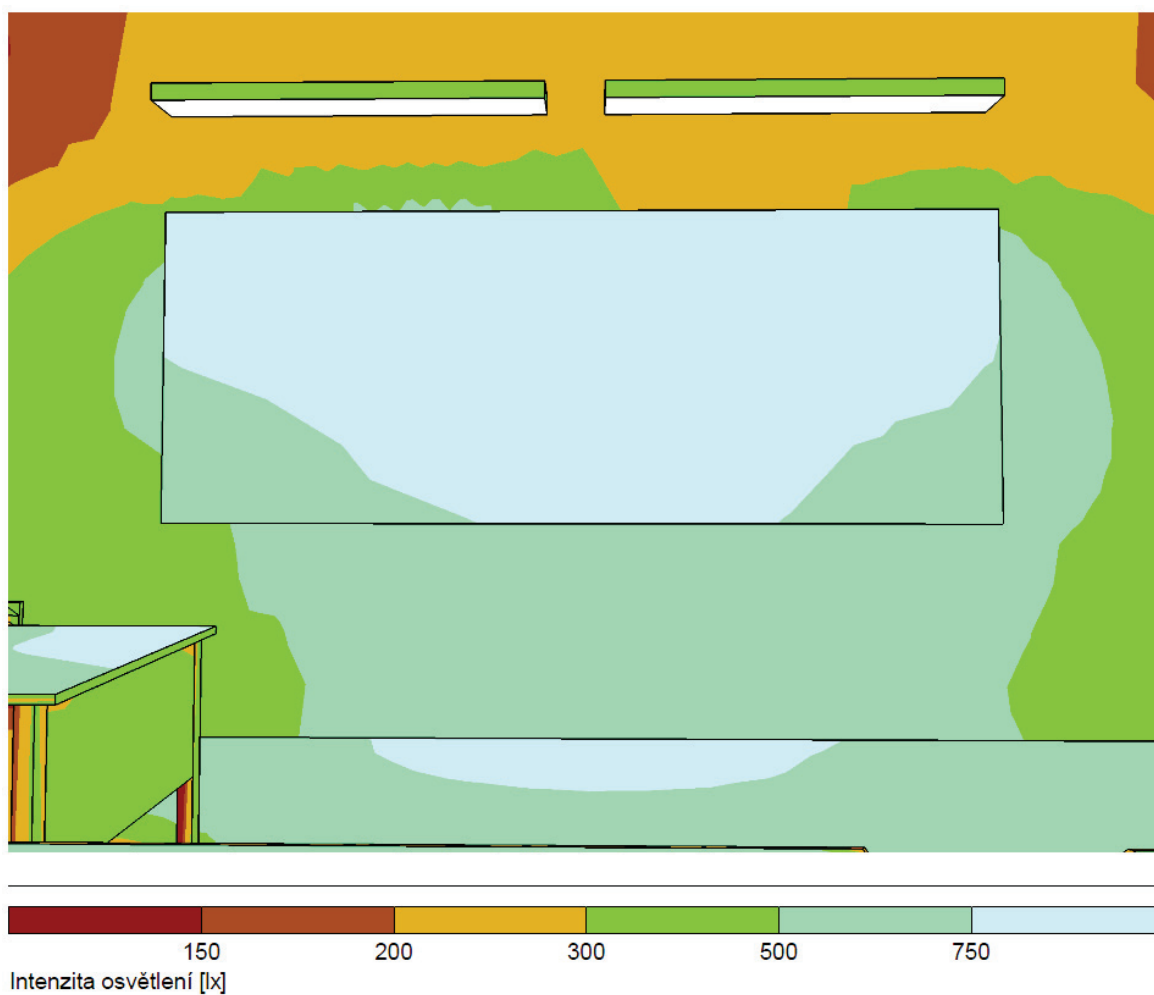
**Obr. 54 výsledný 3D pohled na učebnu zepředu**



**Obr. 55 výsledný 3D pohled na učebnu zezadu**



Obr. 56 výsledný 3D pohled na učebnu zleva



Obr. 57 výsledný 3D pohled v pseudobarvách na tabuli

Vzhledem k drobným problémům se zobrazením výsledků na svislých srovnávacích rovinách, je jednodušší zobrazit výsledný pohled v pseudobarvách. Tímto zjistíme výslednou hodnotu osvětlení na tabuli. Na Obr. 57 je zobrazena tabule, která je osvětlována dvěma asymetrickými svítidly. Téměř celá tabule je osvětlena více jak 750 lx. Jen ve spodní části tabule je hodnota osvětlenosti vyšší jak 500 lx.

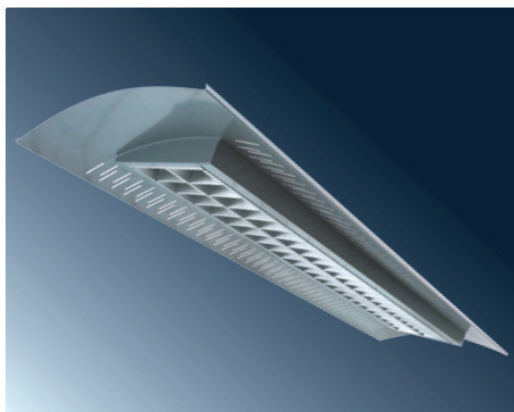
Výpočty a výsledky osvětlení pro další prostory školy jsou uvedeny v přílohách.

#### **4.1.3. Osvětlení kabinetů**

Pro kabinety jsou navržena stejná svítidla jako pro učebny. Vzdálenost svítidel od stropu je také 0,5 m. Minimální osvětlenost je dle normy vypočtena na 300 lx.

#### **4.1.4. Osvětlení chodeb**

Jako vzorová chodba v zadním křídle byla vybrána chodba v prvním poschodí (č.339). Jsou použity svítidla Kelpie s nouzovým modulem o příkonu 2x49 W. Byla vybrána svítidla pro přímo nepřímé osvětlení.



**Obr. 58 svítidlo Kelpie-D/I-249-BAP-EP**

Ostatní části chodeb jsou osvětleny svítidly Falcon 236 nebo 258 přisazenými ke stropu. Přesné rozmístění lze vidět na výkresech.

#### 4.1.5. Osvětlení reprezentačních hal s kazetovým stropem

Stávající osvětlení je provedeno pomocí kulovitých pískovaných závěsných svítidel. Výpočtem bylo zjištěno, že počet svítidel ve stropěch nevyhovuje hodnotě osvětlenosti dle normy a svítidla by musela být ještě v prázdných kazetách stropu.



Obr. 59 fotografie kazetového stropu v 1. poschodí

Při rekonstrukci se toto jeví jako poměrně složitý problém. Konstrukce kazetového stropu je betonová, proto může nastat problém s tažením kabelů, a to jak ke stávajícím svítidlům, tak ke svítidlům v prázdných kazetách. Je nutné zachovat reprezentativní vzhled prostoru.

Jako jednodušší varianta se nabízí řešení se zářivkovými svítidly umístěnými po obvodu stropu, vždy uprostřed jedné strany kazety. Nejen že bude jednodušší montáž svítidel, ale také by se neměly objevit velké problémy s vedením kabelů. V tomto řešení byla použita rohová zářivková svítidla značky Thorn.



Obr. 60 svítidlo Thorn Poppack Pro 1x35W



#### 4.1.6. Osvětlení prostor suterénu

Prostory suterénu jsou osvětlovány svítidly s vyšším krytím (IP66). Jedná se o svítidla značky Vyrtych, model Saluka-236-EP. Svítidla s vyšším krytím jsou použita z důvodu častého výskytu potrubí v jejich blízkosti. V případě havárie potrubí je nutné, aby byla zajištěna dostatečná ochrana svítidel před vodou.



Obr. 61 fotografie části stropu v suterénu

#### 4.1.7. Osvětlení tělocvičny

Tělocvična je v současnosti osvětlována velkým množstvím zářivkových svítidel umístěnými na stropu. Jako jednodušší a levnější varianta je použití zářivkových svítidel pouze v prostoru nad cvičnou horolezeckou stěnou. Další osvětlení zajistí čtyři výbojkové halogenidové zdroje na druhé straně prostoru umístěné ve výšce 2,8 m. Vzhledem k typu prostoru je nutné použít pro všechny svítidla ochranné koše.

K návrhu osvětlení cvičné horolezecké stěny byla použita norma ČSN EN 12193 (Osvětlení sportovišť).

#### 4.1.8. Nouzové osvětlení

V prostorách všech chodeb jsou svítidla vybavena nouzovým modulem. V učebnách jsou nouzovým modulem vybavena vždy dvě svítidla, a to v prostřední řadě, vždy první a třetí svítidlo směrem od vstupních dveří. Kabinety mají nouzový modul v prostředních světlech. V tělocvičně jsou k nouzovému svícení použita zářivková svítidla nad horolezeckou stěnou. Všechna jsou vybavena nouzovým modulem.

Nouzové osvětlení je v souladu s normou ČSN EN 1838 a ČSN EN 50172.

Při výpočtu osvětlenosti při nouzovém osvětlení bylo počítáno vždy s jedním svíticím světelným zdrojem ve svítidle a jeho světelným tokem o hodnotě 15 % běžné hodnoty.

Pro zobrazení únikové cesty je použito svítidel Modus Infinity. V prostorách nad dveřmi a nad úzkými schodišti je použito svítidlo přisazené na stěnu, v prostoru chodeb a nad širokými schodišti svítidlo závěsné. Závěsná svítidla musí být zavěšena níže než ostatní svítidla, aby byla vidět. V prostorách suterénu je opět použito svítidel s vyšším krytím (Vyrtych - Atlantic 1x8W). V případě zobrazení únikové cesty je zvoleno svítidlo Atlantic s přidaným piktogramem.

Systém použitého nouzového osvětlení je decentralizovaný, tzn. každé svítidlo obsahuje vlastní baterii a svítidla jsou nezávislá.

Existují také centrální bateriové systémy, kdy všechna nouzová svítidla jsou napájena ze záložního zdroje. Centrální bateriové systémy mají řadu výhod. Jsou-li s řídicími moduly, tak s nimi lze testovat svítidla na dálku a také je možné je programovat do různých potřebných režimů svícení. Svítidla jsou spínána po silovém napájecím vedení. Není potřebná další kabeláž pro sběrnici. Další výhodou je delší životnost baterie a odpadá potřeba výměny baterie v každém svítidle.



Obr. 62 použité svítidlo Modus Infinity



Obr. 63 použité nouzové svítidlo Vyrtych Atlantic



## **4.2. Návrh rekonstrukce elektroinstalace**

### **4.2.1. Zásobování budovy el. energií**

Budova je napájena z el. přípojky kabelem AYKY 4 x 240 mm<sup>2</sup>. Jištění je zajištěno pojistkami o hodnotě 200A. Poté následuje rozvaděč s 3f jističem, který je nastaven na hodnotu 160A.

Po rekonstrukci bude nutné zažádat o zvýšení rezervovaného výkonu, kdy jistič před elektroměrem bude nastaven na hodnotu 200 A. Jedná se o maximální soudobý proud při soudobém výkonu školy 133,2 kVA.

Napájecí rozvod budovy je 3+N+PE, AC 50 Hz, 400/230V - TN-S.

Dle normy ČSN 34 1610 se jedná o objekt, který má 3. stupeň důležitosti dodávky el. energie.

### **4.2.2. Rozmístění rozváděčů**

Z hlavního rozváděče (RH) budou taženy dva kabely pro podružné rozváděče. První (R1.1) bude umístěn v suterénu v prostoru 135 a druhý (R1.2) zůstane na stávajícím místě v prostorách kuchyně.

Z rozváděče R1.1 budou dále napájeny ostatní rozváděče v patrech přímo nad ním a rozváděč v prostorách Základního informačního střediska (R5.1). Podobným způsobem budou taženy kabely pro napájení rozváděčů v zadním křídle budovy. Kabely povedou z rozváděče R1.2 přes prostor 107 až do poloviny prostoru 109. Odtud povedou ve stoupajícím kanále do jednotlivých rozváděčů v patrech. Kabely budou zasekány do zdiva.

Z rozváděče R2.1 povede kabel pro napájení bytu školníka (R2.3). Z rozváděče R4.1 bude napájen rozváděč pro půdu.

Nové rozváděče budou umístěny v prostoru rozváděčů původních, které budou demontovány. Z hlavního rozváděče bude ponechána skříň. Na skříni se provede nový nátěr, nové ocelové zákryty a výměna zámku na dveřích. Původní elektrické vybavení bude poté vsunuto zpět zároveň s dodanými novými komponenty.

Všechny rozváděče musí být uzamykatelné, aby se zabránilo jejich nepovolenému otevření a následnému možnému úrazu elektrickým proudem. Umístění klíčů k zámkům rozváděčů bude řešeno vnitřním předpisem školy.

### **4.2.3. Uzemnění**

Jednotlivá uzemnění vodiče PE v síti TN-S mohou mít odpor nejvýše 15Ω. Odpor pracovního vodiče má maximální přípustnou hodnotu 5Ω.

Rozdělení vodiče PEN na N+PE bude provedeno v hlavním rozváděči.

Hlavní pospojování (HOP) bude provedeno v hlavním rozváděči (RH) a bude připojeno na stávající zemnicí síť.

#### **4.2.4. Ochrana proti atmosférickému a provoznímu přepětí**

Ochrana je navržena dle normy ČSN EN 60664-1 ed. 2.

V hlavním rozváděči se nachází první a druhý stupeň přepět'ové ochrany.

V rozváděčích R1.1 a R1.2 je druhý stupeň ochrany, pro zásuvkové okruhy i třetí stupeň.

V rozváděčích na jednotlivých patrech se nachází třetí stupeň ochrany proti přepětí.

Každý zásuvkový okruh je navíc jištěn zásuvkou vybavenou třetím stupněm přepět'ové ochrany.

Toto řešení je provedeno z důvodu dlouhých kabelových tras ke koncovým zásuvkám, kdy třetí stupeň ochrany v rozváděčích nemusí dobře ochránit velmi vzdálené zásuvky.

#### **4.2.5. Světelné a zásuvkové obvody**

Zásuvkové obvody budou jištěny jističem 16B a světelné obvody jističem 10B.

Rozmístění zásuvek v učebnách, na chodbách nebo v kabinetech je zakresleno na výkresech.

Zapojení jednotlivých prostor do světelných a zásuvkových obvodů je zapsáno v přílohách.

V učebnách budou svítidla spínána podle řad směrem od okna.

Výška vypínačů bude 125 cm a výška zásuvek 40 cm. Zásuvky pro televizory je potřeba umístit ve výšce televizorů, 2,5 metru nad podlahou.

Jednoduché zásuvky určené pro projektory jsou umístěny na stropě.

V případě umístění zásuvek v okolí umyvadel či umývacích zón, je nutné dodržovat normy ČSN 2130 ed. 2 a ČSN 33 2000-7-701 ed. 2.

Zásuvkové obvody v počítačových učebnách zůstanou zachovány a budou napojeny na nový rozvod.

Prostory WC jsou po rekonstrukci, proto budou pouze připojeny na nové světelné a zásuvkové okruhy.

#### **4.2.6. Ochrana proti zkratu, přetížení a nebezpečnému dotyku**

Ochrana vedení proti nadproudům je provedena dle ČSN 33 2000-4-43, 5-523 ed. 2, 4-473 pojistkami a jističi.

#### **4.2.7. Ochrana před úrazem elektrickým proudem**

Ochrana před nebezpečným dotykem živých částí je dána jejich konstrukčním uspořádáním, provedením a je navržena, dle ČSN 332000-4-41 oddíl 412, některým z těchto opatření: izolací, doplňkovou izolací, ochrannými kryty nebo přepážkami, zábranou, polohou.

Ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí je navržena, dle ČSN 332000-4-41 oddíl 413, samočinným odpojením od zdroje, doplňujícím pospojováním a proudovými chrániči.

#### 4.2.8. Revize

Po provedené rekonstrukci je nutné před uvedením do provozu provést revizi celé elektroinstalace a zpracovat výchozí revizní zprávu.

Revizi je nutné provádět dle norem ČSN 33 1500, ČSN 33 2000-1 ed. 2, ČSN 33 2000-6-61 ed. 2.

#### 4.2.9. Způsob likvidace odpadů při rekonstrukci

Při provádění prací dojde ke vzniku odpadu, který je nutno likvidovat v souladu se zákonem č.185/2001 Sb., vyhláškou č. 381, 383 /2001 Sb. ve znění pozdějších předpisů.

Při stavbě lze předpokládat vznik těchto odpadů:

*Nebezpečný:* zářivky, barvy a asfaltové směsi – nutná speciální likvidace

*Ostatní:* beton, omítka – odvoz na skládku

Nebezpečné odpady musí být zabezpečeny proti jejich odcizení a neoprávněné manipulaci s nimi.

#### 4.2.10. Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

Při montáži, obsluze, revizi a údržbě elektrického zařízení jsou pracovníci povinni dodržovat zásady bezpečného chování, stanovené pracovní postupy a používání ochranných zařízení a ochranných pracovních pomůcek. Jsou povinni zajistit bezpečnost pracoviště při práci. Elektrotechnické práce budou provedeny firmou mající patřičná oprávnění v oblasti provádění elektroinstalací.

Základní bezpečnostní předpisy pro obsluhu a práci na elektrických zařízeních a vedeních upravuje norma ČSN EN 50110-1 ed. 2 - Obsluha a práce na elektrických zařízeních. Norma řeší i činnost a pobyt seznámených pracovníků, tj. pracovníků bez elektrotechnické kvalifikace v blízkosti elektrického zařízení.

Dále je nutné splnit:

- nařízení vlády č. 378/2001 Sb., kterým se stanovují bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a náradí.

- nařízení vlády č. 101/2005 Sb. o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí.

- nařízení vlády č. 362/2005 Sb. o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky.

#### **4.2.11. Výpočet elektroinstalace budovy**

Výpočet je proveden v programu Sichr 11.02.

Výpočet je prováděn dle norem: ČSN 33 2000-4-41 ed. 2  
ČSN 33 2000-4-43 ed. 2  
ČSN 33 2000-5-523 ed. 2

Typ prostředí (vnější vlivy) nebyly součástí řešení.

Celkové výsledky není možné zahrnout do tištěných příloh, neboť jsou velmi objemné, řádově ve stovkách stran. V práci je jen ukázka výsledků. Celkové schéma elektroinstalace se nachází v kapse na zadní desce vazby a kompletní výsledky včetně výpočtu jsou v přílohách na CD.

#### **4.2.12. Postup výpočtu v programu Sichr**

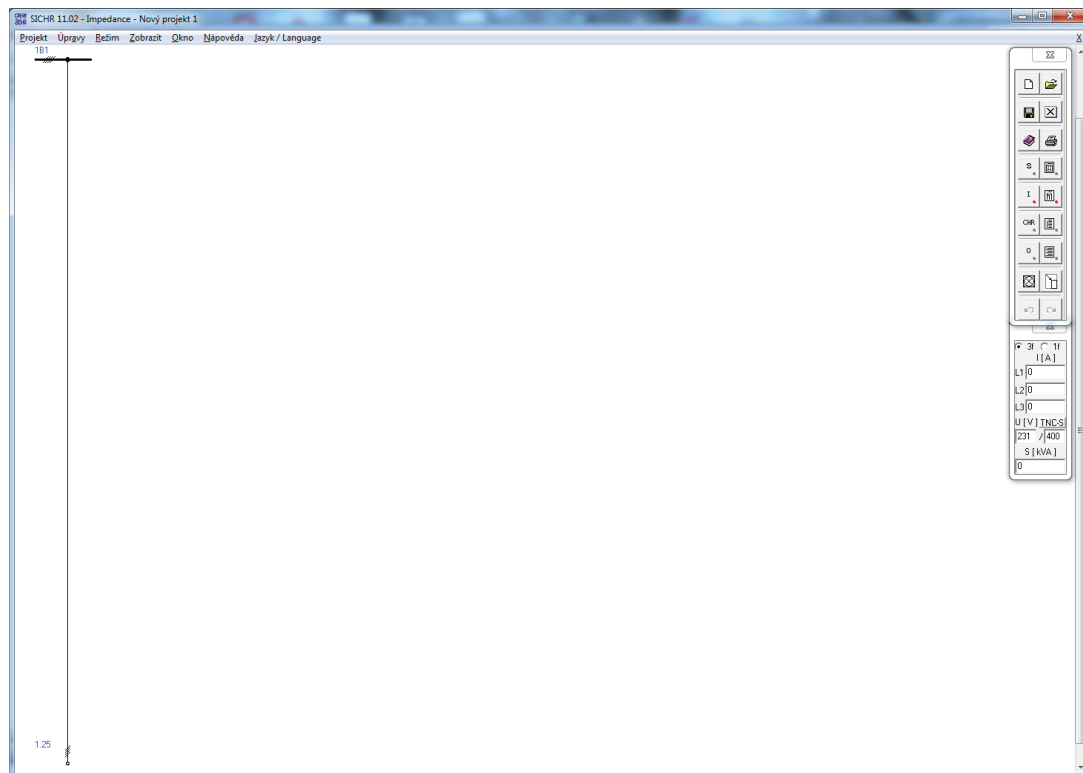
Program Sichr je výrobkem společnosti OEZ. Firma tento program poskytuje zdarma ke stažení na svých webových stránkách. V programu lze počítat pouze s produkty společnosti OEZ.

Program počítá selektivitu, impedanční smyčky i charakteristiky jednotlivých prvků ve schématu.

Ovládání programu je velmi intuitivní a logické.

Podobné programy jako Sichr nabízejí konkurenční společnosti. Např. společnost Eaton nabízí program Pavouk a společnost Schneider Electric program My Ecodial L.

Po spuštění programu uvidíme základní pracovní plochu programu s jedním vedením.



**Obr. 64** pracovní plocha programu Sichr

Na Obr. 64 vidíme vlevo vedení a vpravo nahoře panel nástrojů a kalkulačku. Kalkulačka zobrazuje aktuální hodnoty proudů, napětí a výkonu v libovolném bodě vedení, na který lze umístit kurzor. Na panelu nástrojů je možné přepínat mezi jednotlivými režimy (selektivita, charakteristiky, impedance, optimalizace).

Horní strana vedení je strana, kde se nachází zdroj. Na dolní straně vedení jsou vývody. Po kliknutí na přípojnicí zdroje můžeme definovat jeho parametry. A to ručně nebo pomocí transformátorů z VN na NN.

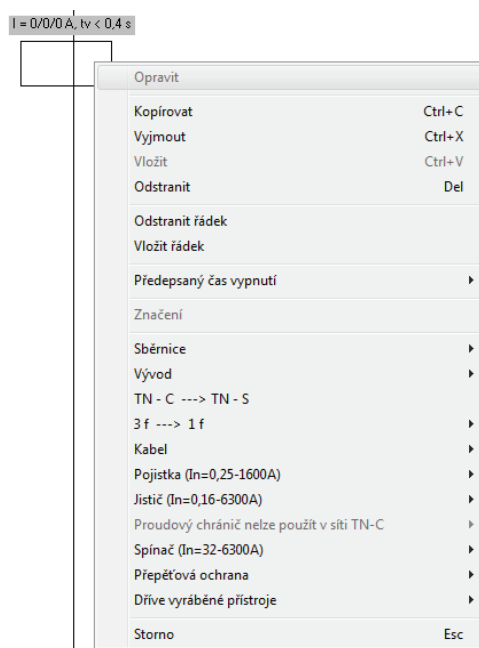
**Obr. 65** tabulka pro zadání parametrů zdroje

Dole, po kliknutí na vývod, jsme schopni definovat jeho příkon. Příkon je možno zadat v kVA, kW a A. Dále je možné zadat hodnotu  $\cos \varphi$  a soudobost. V programu je označena jako "B".

**Obr. 66** tabulka pro definování příkonu vývodu

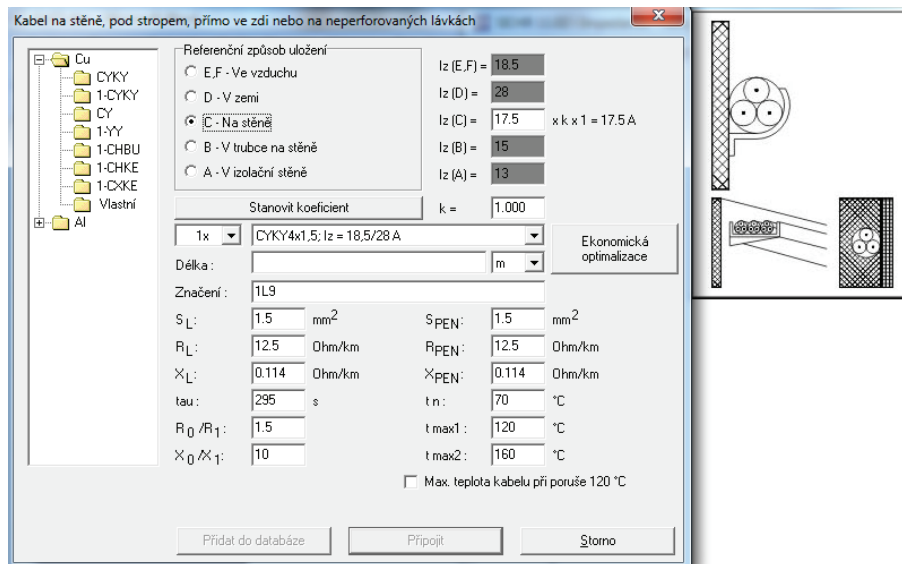
Na pořadí zadávání jednotlivých prvků do obvodu nezáleží. Konečný výsledek zapojení prvků musí být správný. V případě chybného zapojení nebo špatného použití kabelů, přístrojů a jiných zařízení, program při kontrole výpočtu hlásí chybu. Chyba je hlášena také při vyšší impedanci, než je možné nebo při nesplnění selektivity jednotlivých prvků.

Po kliknutí na vedení lze přidat požadovaný přístroj nebo kabel.



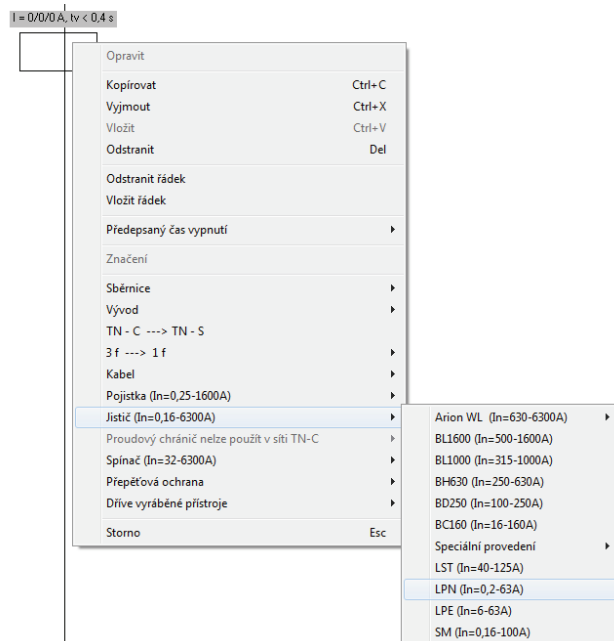
Obr. 67 zobrazená tabulka po kliknutí na vedení

V případě kliknutí na kabel je možno vybrat kabel měděný či hliníkový. Následuje výběr typu kabelu, počet žil v kabelu, jeho délka, parametry nebo uložení. Po kliknutí na tlačítko "stanovit koeficient" se určuje maximální proudové zatížení kabelu v závislosti na typu uložení, počtu souběžných kabelů a na teplotě okolního prostředí.



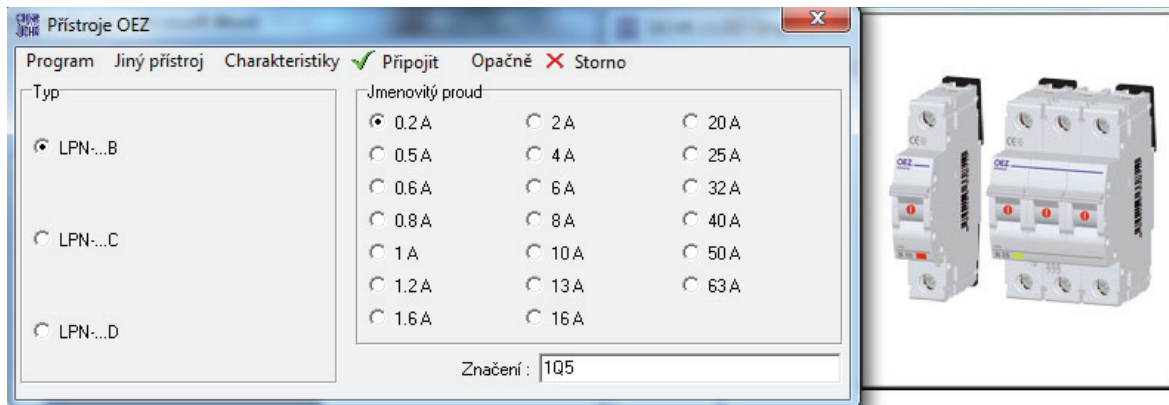
Obr. 68 tabulka pro volbu kabelu

Následuje volba jističe. Po kliknutí na jistič lze zvolit požadovaný typ.



Obr. 69 tabulka pro výběr typu jističe

Po vybrání typu jističe se zobrazí tabulka pro výběr charakteristiky jističe a jeho jmenovitého proudu.



Obr. 70 tabulka pro výběr hodnoty jističe

Stejným způsobem lze zvolit proudové chrániče, pojistky a další zařízení.

Pro příklad je zobrazen výsledný výpočet jednoho paprsku elektroinstalace v jednotlivých režimech.



1TR1	ELIN 22/0.42	$I_n = 220 \text{ A}$	$S_r = 160 \text{ kVA}$	$I_k'' = 5.46 \text{ kA}$	
		$U_2 = 242/420 \text{ V}$	$dU = 2.1 \%$	$u_k = 4 \%$	$i_p = 10.2 \text{ kA}$
1L3	1-AYKY 4x240	$I_z = 229.8 \text{ A}$	$t_m = 65^\circ \text{ C}$	$I_k'' = 4.44 \text{ kA}$	80 m v zemi (D)
		$dU = 1.1 \%$	$I^2 t < k^2 S^2$	$i_p = 7.56 \text{ kA}$	
1FU4	PLN2qG	$I_n = 200 \text{ A}$		$I_l = 120 \text{ kA}$	Připojeno pomocí SPF2; Cd/Pb free
				$i_p = 7.56 \text{ kA}$	
1Q5	J21U 'B'	$I_n = 200 \text{ A}$		$I_{cu} = 15 \text{ kA}$	
	1FU4-1Q5 selektivní minimálně do 594 A				
T1	3xSJBpro-35-1.5 & SVM-440-Z	("T1+T2")			
	TN-C				
	TN-S				
HI.Rozv	Sběrnice	$B = 1$		$I_k'' = 4.44 \text{ kA}$	
		$U = 408 \text{ V (} U_n + 1.9\% \text{)}$		$i_p = 7.56 \text{ kA}$	
2Q10	LST-125B	$I_n = 125 \text{ A}$		$I_{cn} = 10 \text{ kA}$	$I_{rm} = 562.50 \text{ A}$
	1Q5-2Q10 selektivní minimálně do 338 A				
2L11	1-CYKY5x50	$I_z = 144 \text{ A}$	$t_m = 98^\circ \text{ C}$	$I_k'' = 3.42 \text{ kA}$	53 m na stěně (C)
		$dU = 1.1 \%$	$I^2 t < k^2 S^2$	$i_p = 5.27 \text{ kA}$	
Sut1	3xSVL-275 +1xSVL-NPE-S	("T2")			
69L14	1-CYKY5x10	$I_z = 57 \text{ A}$	$t_m = 80^\circ \text{ C}$	$I_k'' = 2.50 \text{ kA}$	18 m na stěně (C)
		$dU = 0.6 \%$	$I^2 t < k^2 S^2$	$i_p = 3.65 \text{ kA}$	
69Q15	LPN-40B	$I_n = 40 \text{ A}$		$I_{cn} = 10 \text{ kA}$	$I_{rm} = 180 \text{ A}$
	2Q10-69Q15 selektivita ověřena do 500 A				
2.posch1	SVD-335-3N-MZS	("T3")			
77Q17	LPN-25B	$I_n = 25 \text{ A}$		$I_{cn} = 10 \text{ kA}$	$I_{rm} = 112.50 \text{ A}$
	69Q15-77Q17 selektivní minimálně do 153 A				
77FI18	OFI-25-4-030A	$I_n = 25 \text{ A}$	$I_{dn} = 0.03 \text{ A}$		
77B19	Sběrnice	$B = 0.7$		$I_k'' = 2.50 \text{ kA}$	
		$U = 402 \text{ V (} U_n + 0.5\% \text{)}$		$i_p = 3.65 \text{ kA}$	
80Q20	LPN-16B	$I_n = 16 \text{ A}$		$I_{cn} = 10 \text{ kA}$	$I_{rm} = 72 \text{ A}$
	77Q17-80Q20 selektivní minimálně do 95 A				
80L21	CYKY 5x2.5	$I_z = 24 \text{ A}$	$t_m = 68^\circ \text{ C}$	$I_k'' = 2.21 \text{ kA}$	2 m na stěně (C)
		$dU = 0.1 \%$	$I^2 t < k^2 S^2$	$i_p = 3.20 \text{ kA}$	
80B22	Sběrnice	$B = 1$		$I_k'' = 2.21 \text{ kA}$	
		$U = 402 \text{ V (} U_n + 0.4\% \text{)}$		$i_p = 3.20 \text{ kA}$	
	3f				
	L1				
80Q24	LPN-10D	$I_n = 10 \text{ A}$		$I_{cn} = 10 \text{ kA}$	$I_{rm} = 150 \text{ A}$
	80Q20-80Q24 selektivní minimálně do 54 A				
Pc419L1	Vývod	$S = 2.0 \text{ kVA}$	$x_B = 2.0 \text{ kVAcos } \phi_i = 0.95$	$I_{k1}'' = 1.71 \text{ kA}$	
		$I = 8.66 \text{ A}$	$U = 232 \text{ V (} U_n + 0.3\% \text{)}$	$B = 1$	$i_{p1} = 2.48 \text{ kA}$
	L1				

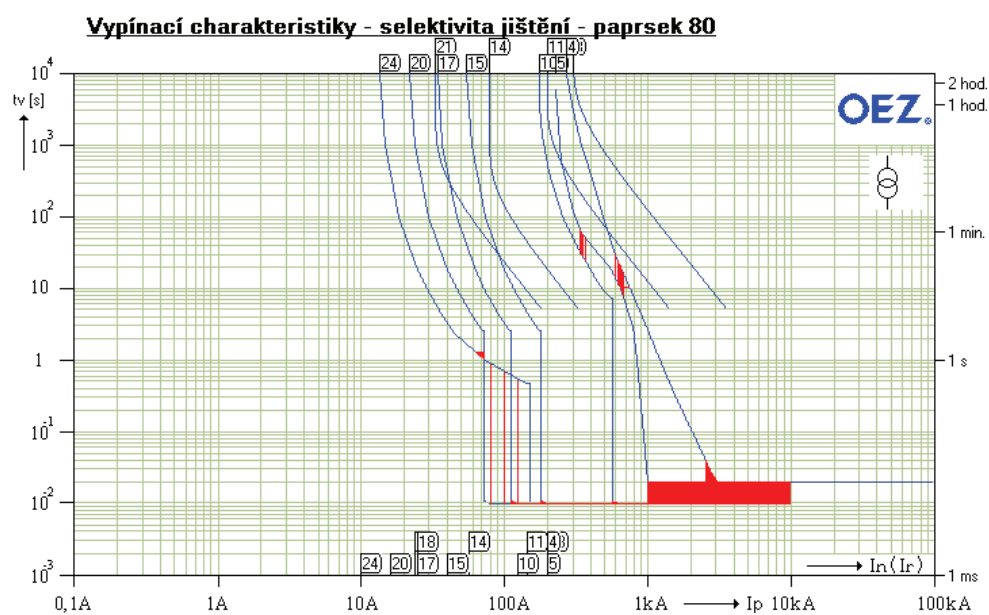
Obr. 71 zobrazení výsledků výpočtu paprsku v režimu selektivity

1TR1	ELIN 22/0.42	In = 220 A	Sr = 160 kVA	Ik'' = 5.46 kA	
	U2 = 242/420 V			ip = 10.2 kA	
1L3	1-AYKY 4x240	Iz = 229.8 A	tm = 65 °C	Ik'' = 4.44 kA	80 m v zemi (D)
		dU = 1.1 %	I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup>	ip = 7.56 kA	
1FU4	PLN2qG	In = 200 A		I1 = 120 kA	Připojeno pomocí SPF2; Cd/Pb free
		Zs(0,4s) = 142 mΩhm (Ia = 1.63 kA)		ip = 7.56 kA	
1Q5	J21U 'B'	In = 200 A		Icu = 15 kA	
		Zs(0,4s) = 239 mΩhm (Ia = 966 A)		ip = 7.56 kA	
T1	3xSJBpro-35-1.5 & SVM-440-Z				O.K. Zsv < Zs(0,4s) ( 67.7 mΩhm < 239 mΩhm )
	( "T1+T2" )				
	TN-C				
	TN-S				
HI.Rozv	Sběrnice	B = 1		Ik'' = 4.44 kA	O.K. Zsv < Zs(0,4s) ( 67.7 mΩhm < 239 mΩhm )
		U = 408 V (Un + 1.9%)		ip = 7.56 kA	
2Q10	LST-125B	In = 125 A		Icn = 10 kA	Irm = 562.50 A
		Zs(0,4s) = 366 mΩhm (Ia = 631 A)		ip = 7.56 kA	
2L11	1-CYKY5x50	Iz = 144 A	tm = 98 °C	Ik'' = 3.42 kA	O.K. Zsv < Zs(0,4s) ( 110 mΩhm < 366 mΩhm )
		dU = 1.1 %	I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup>	ip = 5.27 kA	
Sut1	3xSVL-275 +1xSVL-NPE-S				O.K. Zsv < Zs(0,4s) ( 110 mΩhm < 366 mΩhm )
	( "T2" )				
69L14	1-CYKY5x10	Iz = 57 A	tm = 80 °C	Ik'' = 2.50 kA	O.K. Zsv < Zs(0,4s) ( 190 mΩhm < 366 mΩhm )
		dU = 0.6 %	I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup>	ip = 3.65 kA	
69Q15	LPN-40B	In = 40 A		Icn = 10 kA	Irm = 180 A
		Zs(0,4s) = 1.16 Ωhm (Ia = 200 A)		ip = 3.65 kA	
2.posch1	SVD-335-3N-MZS				O.K. Zsv < Zs(0,4s) ( 183 mΩhm < 1.16 Ωhm )
	( "T3" )				
77Q17	LPN-25B	In = 25 A		Icn = 10 kA	Irm = 112.50 A
		Zs(0,4s) = 1.87 Ωhm (Ia = 124 A)		ip = 3.65 kA	
77FI18	OFI-25-4-030A	In = 25 A	Idn = 0.03 A		
		Zs(0,4s) = 1.54 kΩhm (5xIdn = 0.15A)			
77B19	Sběrnice	B = 0.7		Ik'' = 2.50 kA	O.K. Zsv < Zs(0,4s) ( 187 mΩhm < 1.54 kΩhm )
		U = 402 V (Un + 0.5%)		ip = 3.65 kA	
80Q20	LPN-16B	In = 16 A		Icn = 10 kA	Irm = 72 A
		Zs(0,4s) = 2.88 Ωhm (Ia = 80 A)		ip = 3.65 kA	
80L21	CYKY 5x2,5	Iz = 24 A	tm = 68 °C	Ik'' = 2.21 kA	O.K. Zsv < Zs(0,4s) ( 225 mΩhm < 1.54 kΩhm )
		dU = 0.1 %	I <sup>2</sup> t < k <sup>2</sup> S <sup>2</sup>	ip = 3.20 kA	
80B22	Sběrnice	B = 1		Ik'' = 2.21 kA	O.K. Zsv < Zs(0,4s) ( 225 mΩhm < 1.54 kΩhm )
		U = 402 V (Un + 0.4%)		ip = 3.20 kA	
	3f				
	L1				
80Q24	LPN-10D	In = 10 A		Icn = 10 kA	Irm = 150 A
		Zs(0,4s) = 1.43 Ωhm (Ia = 161 A)		ip1 = 2.48 kA	
Pc419L1	Vývod	S = 2.0 kVA xB = 2.0 kVAcos fi = 0.95	Ik1'' = 1.71 kA		O.K. Zsv < Zs(0,4s) ( 237 mΩhm < 1.54 kΩhm )
		I = 8.66 A	U = 232 V (Un + 0.3%)	B = 1	ip1 = 2.48 kA

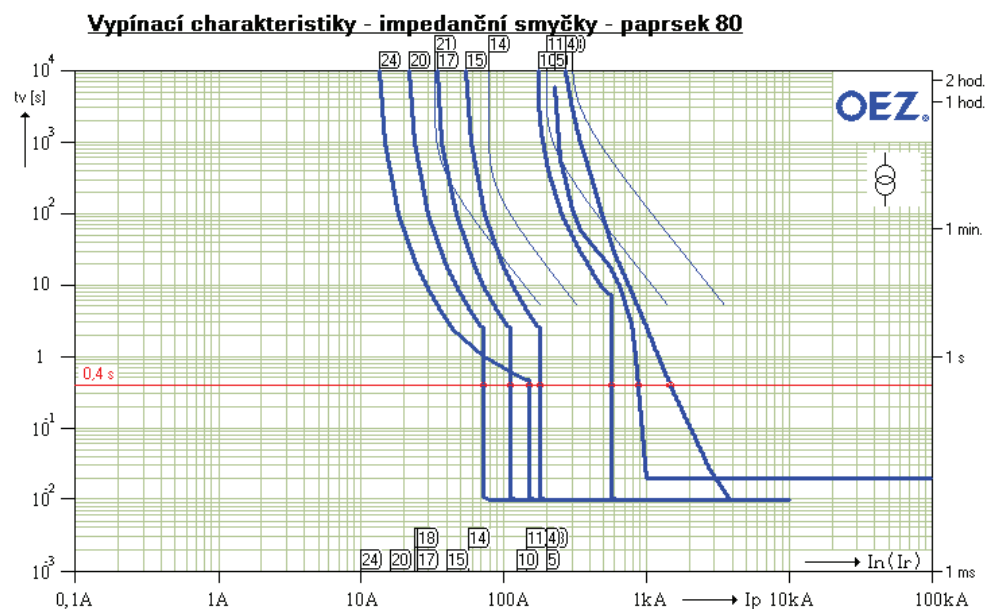
Obr. 72 zobrazení výsledků výpočtu paprsku v režimu impedance

1TR1	ELIN 22/0.42	$I_n = 220 \text{ A}$	$S_r = 160 \text{ kVA}$	$I_k'' = 5.46 \text{ kA}$	
	$U_2 = 242/420 \text{ V}$	$dU = 2.1 \%$	$u_k = 4 \%$	$i_p = 10.2 \text{ kA}$	
1L3	1-AYKY 4x240	$I_z = 229.8 \text{ A}$	$t_m = 65^\circ \text{ C}$	$I_k'' = 4.44 \text{ kA}$	80 m v zemi (D)
		$dU = 1.1 \%$	$I^2 t < k^2 S^2$	$i_p = 7.56 \text{ kA}$	
1FU4	PLN2qG	$I_n = 200 \text{ A}$		$I_l = 120 \text{ kA}$	Připojeno pomocí SPF2; Cd/Pb free
				$i_p = 7.56 \text{ kA}$	
1Q5	J21U 'B'	$I_n = 200 \text{ A}$		$I_{cu} = 15 \text{ kA}$	
				$i_p = 7.56 \text{ kA}$	
T1	3xSJBpro-35-1.5 & SVM-440-Z				
	("T1+T2")				
	TN-C				
	TN-S				
HI.Rozv	Sběrnice	$B = 1$		$I_k'' = 4.44 \text{ kA}$	
		$U = 408 \text{ V (} U_n + 1.9\% \text{)}$		$i_p = 7.56 \text{ kA}$	
2Q10	LST-125B	$I_n = 125 \text{ A}$		$I_{cn} = 10 \text{ kA}$	$I_{rm} = 562.50 \text{ A}$
				$i_p = 7.56 \text{ kA}$	
2L11	1-CYKY5x50	$I_z = 144 \text{ A}$	$t_m = 98^\circ \text{ C}$	$I_k'' = 3.42 \text{ kA}$	53 m na stěně (C)
		$dU = 1.1 \%$	$I^2 t < k^2 S^2$	$i_p = 5.27 \text{ kA}$	
Sut1	3xSVL-275 +1xSVL-NPE-S				
	("T2")				
69L14	1-CYKY5x10	$I_z = 57 \text{ A}$	$t_m = 80^\circ \text{ C}$	$I_k'' = 2.50 \text{ kA}$	18 m na stěně (C)
		$dU = 0.6 \%$	$I^2 t < k^2 S^2$	$i_p = 3.65 \text{ kA}$	
69Q15	LPN-40B	$I_n = 40 \text{ A}$		$I_{cn} = 10 \text{ kA}$	$I_{rm} = 180 \text{ A}$
				$i_p = 3.65 \text{ kA}$	
2.posch1	SVD-335-3N-MZS				
	("T3")				
77Q17	LPN-25B	$I_n = 25 \text{ A}$		$I_{cn} = 10 \text{ kA}$	$I_{rm} = 112.50 \text{ A}$
				$i_p = 3.65 \text{ kA}$	
77FI18	OFI-25-4-030A	$I_n = 25 \text{ A}$	$I_{dn} = 0.03 \text{ A}$		
77B19	Sběrnice	$B = 0.7$		$I_k'' = 2.50 \text{ kA}$	
		$U = 402 \text{ V (} U_n + 0.5\% \text{)}$		$i_p = 3.65 \text{ kA}$	
80Q20	LPN-16B	$I_n = 16 \text{ A}$		$I_{cn} = 10 \text{ kA}$	$I_{rm} = 72 \text{ A}$
				$i_p = 3.65 \text{ kA}$	
80L21	CYKY 5x2.5	$I_z = 24 \text{ A}$	$t_m = 68^\circ \text{ C}$	$I_k'' = 2.21 \text{ kA}$	2 m na stěně (C)
		$dU = 0.1 \%$	$I^2 t < k^2 S^2$	$i_p = 3.20 \text{ kA}$	
80B22	Sběrnice	$B = 1$		$I_k'' = 2.21 \text{ kA}$	
		$U = 402 \text{ V (} U_n + 0.4\% \text{)}$		$i_p = 3.20 \text{ kA}$	
	3f				
	L1				
80Q24	LPN-10D	$I_n = 10 \text{ A}$		$I_{cn} = 10 \text{ kA}$	$I_{rm} = 150 \text{ A}$
				$i_{p1} = 2.48 \text{ kA}$	
Pc419L1	Vývod	$S = 2.0 \text{ kVA}$	$x_B = 2.0 \text{ kVA}$	$\cos \varphi_i = 0.95$	$I_{k1}'' = 1.71 \text{ kA}$
		$I = 8.66 \text{ A}$	$U = 232 \text{ V (} U_n + 0.3\% \text{)}$	$B = 1$	$i_{p1} = 2.48 \text{ kA}$

Obr. 73 zobrazení výsledků výpočtu paprsku v režimu charakteristiky



**Obr. 74 vypínací charakteristiky paprsku v režimu selektivity**



**Obr. 75 vypínací charakteristiky paprsku v režimu impendace**

## 5. Průzkum trhu

### 5.1.1. Přístroje

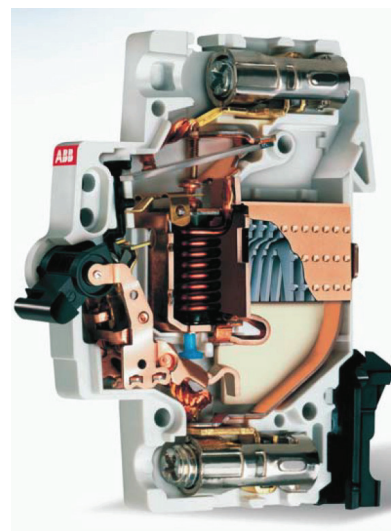
Z důvodu jednoduchosti, byly použity přístroje značky OEZ. Je to proto, že seznam všech přístrojů je již po výpočtu v programu Sichr sepsán a pozdější nacenění není tak pracné. Výrobců zaměřujících se na výrobu elektroinstalačních přístrojů je spousta. Můžeme jmenovat např. ABB, Eaton, Schneider electric, Bonega, Gewiss, SEZ Krompachy, Noark, Schrack, Siemens atd. Ceny výrobků jsou poměrně rozdílné. Záleží na spolehlivosti a kvalitě výrobků. Čím kvalitnější přístroj, tím je vyšší cena.



Obr. 76 jistič OEZ



Obr. 77 proudový chránič Schrack



Obr. 78 řez jističem ABB

### 5.1.2. Zásuvky a vypínače

Zásuvky, vypínače či spínací tlačítka jsou také jen záležitosti výběru. Esteticky nejvhodnější by měla být modelová řada Tango firmy ABB. Tato modelová řada je obvykle při rekonstrukcích brána jako kvalitativní a cenový standard. V případě zájmu lze vybrat z nepřeberného množství desingových řad různých firem. Ať již od firmy ABB, Schneider electric, Siemens a dalších.



Obr. 79 vzhled desingové řady Tango

### 5.1.3. Svítidla

Svítidla byla použita od firmy Vyrtych. Jejich výběr byl podmíněn dostatkem informací o nich, včetně ceny a také možností stažení souborů ldt pro možnou simulaci v programu Relux. Existují totiž také možnosti stažení pouze databáze přímo s programem Wils nebo Dialux či soubory, se kterými program Relux není schopen pracovat.

Svítidla, která byla vybrána pro rekonstrukci, je možno zaměnit za jiná, ale výsledná osvětlenost prostor musí splňovat požadavky norem. Výrobci svítidel je také velké množství, můžeme jmenovat např. Phillips, Thorn, Vyrtych, Modus, Trevos, Inge.



Obr. 80 použité svítidlo Vyrtych Saluka



Obr. 81 použité svítidlo Thorn PopPack Pro

### 5.1.4. Rozváděče

Pro nacenění byly použity rozváděče značky OEZ modely DistriTon. Tyto rozváděče jsou jen pro doplnění ceny. Cena rozváděčů se může velmi lišit v závislosti na typu rozváděčů. Také záleží, zda firma, která bude provádět rekonstrukci, si nechá sestavit rozváděče přímo na míru jinou firmou.

## 6. Materiálový rozpočet

Materiálový rozpočet je sestaven pouze z elektromateriálu, který bude použit při rekonstrukci. Ostatní položky jako sádra, omítky nebo příspěvky na recyklaci elektrozařízení neobsahuje. Uvedené ceny materiálu jsou bez DPH pro konečné spotřebitele. V případě odběru materiálu firmou mohou být ceny přibližně až o 20% nižší. Ceny byly zjišťovány přímo u výrobců nebo ve velkoobchodech Argos a Janča.

Konečný materiálový rozpočet může být nižší, protože škola má již vyměněnou větší část svítidel kvůli hygieny. Rozhodnutí o výměně některých osvětlovacích soustav bude provedeno investorem po změření osvětleností prostor, ve kterých se svítidla nachází.

SVÍTIDLA A SVĚTELNÉ ZDROJE			
Výrobek	Množství (ks)	Cena bez DPH (Kč)	Celková cena bez DPH (Kč)
SALUKA-236-EP, 2x36W	20	2741	54820
FALCON-D/I-236-AR-EP, 2x36W	259	1345	348355
FALCON-D/I-258-AR-EP, 2x58W	5	1427	7135
Lankový závěs Falcon D/I	377	342	128934
FALCON-AS-158-EP, 1x58W	33	1415	46695
Trubkový závěs Falcon	33	450	14850
MULTISALUKA-236-EP, 2x36W, 1h	36	3 835	138060
MULTIFALCON-D/I-236-AR-EP, 2x36W, 1h	98	2250	220500
MULTIFALCON-D/I-258-AR-EP, 2x58W, 1h	15	2462	36930
MULTIKELPIE-D/I-R-249-BAP-EP, 2x49W, 1h	12	5976	71712
2V58-MULTISOKOL-258-EP, 2x58W, 1h	6	3235	19410
Ochranný koš-VIPET 2x58W	6	586	3516
XANTI-400H-SYM, 1x400W, 3,5A	4	4137	16548
PULI4, max 2x60W, E27	30	675	20250
ATL-3h-ATLANTIC 1x8W, dočasné 3h	12	1271	15252
CRONUS-108, 1x8W, dočasné, 1,5h	27	658	17766
Výbojka - HQI T 400/N	4	1095	4380
OSRAM LUMILUX L 58W/840	85	84	7140
OSRAM LUMILUX L 36W/840 T26	826	74	61124
OSRAM FQ 49W/830 (T5-16mm)	24	105	2520
OSRAM L 8W/840 (T5-16mm)	39	100	3900
Nouzové sv. Modus INFINITY A, přisazené, 1 h	15	1363,4	20451
Nouzové sv. Modus INFINITY A, závěsné, 1 h	8	1408,4	11267,2
POPPACK PRO 1X35W T16 HF L840	73	609	44457
POPPACK PRO ECU 1X35/49 CL PR PC	73	993	72489
POPPACK LED E3 KIT	37	1416	52392

Tab. 1 ceny svítidel a světelných zdrojů

SPÍNAČE A ZÁSUVKY			
Výrobek	Množství (ks)	Cena bez DPH (Kč)	Celková cena bez DPH (Kč)
Krabice univerzální	515	17,17	8842,55
Dvozásuvka Tango s ochranou	40	832	33280
Jednozásuvka Tango s ochranou	1	688,8	688,8
Zásuvka dvojnásobná natočená	201	137,6	27657,6
Zásuvka jednonásobná	24	90,8	2179,2
Přístroj ovladače zapínacího, se svorkou N	83	83,2	6905,6
Přístroj jednopólového spínače (č.1)	87	74	6438
Přístroj přepínače sériového (č.5)	59	104,8	6183,2
Přístroj přepínače střídavého (č.6)	10	79,2	792
Přístroj přepínače křížového (č.7)	1	118,4	118,4
Spínač automatický se snímačem pohybu	10	1142,4	11424
Kryt kolébkového spínače jednoduchý	182	29,2	5314,4
Kryt spínače dělený	59	37,2	2194,8
Rámeček jednoduchý	181	18,16	3286,96
Rámeček dvojnásobný vodorovný	23	32,8	754,4
Rámeček čtyřnásobný vodorovný	1	62,4	62,4

Tab. 2 ceny spínačů a zásuvek

KABELY			
Výrobek	Množství (m)	Cena bez DPH (Kč)	Celková cena bez DPH (Kč)
1-CYKY-J 5x50 SM	53	660,26	34993,78
CYKY-J 5x16 RE	7	188,97	1322,79
CYKY-J 5x10 RE	46	126,21	5805,66
CYKY-J 5x6 RE	45	75,12	3380,4
CYKY-J 5x4 RE	70	50,96	3567,2
CYKY-J 5x2,5 RE	17	31,49	535,33
CYKY-J 3x1,5 RE	3900	12,44	48516
CYKY-O 3x1,5 RE	600	12,07	7242
CYKY-J 3x2,5 RE	2200	20,26	44572
CYKY-O 2x1,5 RE	820	8,69	7125,8

Tab. 3 ceny kabelů

ROZVÁDĚČE			
Výrobek	Množství (ks)	Cena bez DPH (Kč)	Celková cena bez DPH (Kč)
RZA-12N	1	606,41	606,41
RZA-24N	5	784,25	3921,25
RZA-36N	3	1058,22	3174,66
RZA-48N	1	1295,97	1295,97

Tab. 4 ceny rozváděčů



<b>JISTIČE, PŘEPĚŤOVÉ OCHRANY A CHRÁNIČE</b>			
Výrobek	Množství (ks)	Cena bez DPH (Kč)	Celková cena bez DPH (Kč)
LST-125B-3	1	2992,92	2992,92
MIR-16-001-A230 IMPULSNÍ RELÉ OEZ	25	546,24	13656
LPN-63B-3	1	1446,83	1446,83
LPN-50B-3	1	1210	1210
LPN-40B-3	3	687,41	2062,23
LPN-32B-3	2	566,58	1133,16
LPN-25B-3	3	473,75	1421,25
LPN-20B-3	5	454,54	2272,7
LPN-16B-3	9	404,93	3644,37
LPN-16B-1	40	99,23	3969,2
LPN-10B-1	37	115,24	4263,88
LPN-1.6B-1	2	243,28	486,56
LPN-1.2B-1	1	243,28	243,28
LPN-1B-1	6	238,47	1430,82
LPN-0.8B-1	13	261,68	3401,84
S-OPV10	33	84,54	2789,82
PV10gG-10A	33	18,33	604,89
OLE-16B-1N-030AC	3	957,92	2873,76
OFI-25-4-030A	5	1379,67	6898,35
OFI-40-4-030A	1	1413,25	1413,25
SJBpro-35-1,5	3	2779,67	8339,01
SVM-440-Z	3	1053,17	3159,51
SVL-275	6	613,79	3682,74
SVL-NPE-S	2	1819,16	3638,32
SVD-335-3N-MZS	7	4431,75	31022,25

**Tab. 5 ceny jističů, přepětových ochran a chráničů**

Celkový materiálový rozpočet školy činí 1 831 092 Kč bez DPH a 2 197 310 Kč s 20% DPH.

## 7. Závěr

Diplomová práce se zabývá rekonstrukcí elektroinstalace školního objektu Masarykovy střední školy zemědělské a Vyšší odborné školy v Opavě. Budova je stará více než 90 let a stávající elektroinstalace je ve škole více než 30 let. Odtud plynou některé problémy, jako jsou např. časté výpadky proudu nebo nebezpečí požáru celé školy v případě přetížení vedení.

Z tohoto je zřejmé, že rekonstrukce elektroinstalace je nutná. Největším problémem je výměna kabeláže v celém prostoru školy. Je potřeba vyměnit cca 7800 m. Veškerá kabeláž musí být zasekána do stěn. Přitom musí zůstat zachován reprezentativní vzhled některých prostor. Cena kabeláže se odhaduje na cca 160 tisíc Kč.

Na celé škole je zapotřebí vyměnit rozváděče, jističe, přidat přepětiovou ochranu a chrániče v celkové hodnotě 120 tisíc Kč.

Škola se snaží průběžně měnit svítidla a světelné zdroje z důvodu hygienických norem. Cena při výměně všech svítidel na škole se pohybuje kolem 1,5 milionu Kč, avšak výsledná hodnota může být nižší, protože některá stávající svítidla se budou moci zanechat. Tyto ceny jsou uváděny bez DPH.

Celková investice do rekonstrukce bude obrovská. Jen hrubý materiálový rozpočet je vyšší než 2 miliony Kč s DPH. Práce nezohledňuje stavební náklady a náklady na likvidaci původního odpadního materiálu.

Problémem při rekonstrukci je však doba provádění. Škola je v provozu v době od 25. srpna jednoho roku do 30. června roku následujícího. Rekonstrukci je možné provést zřejmě jen v době hlavních prázdnin. Z důvodu časové vytíženosti by bylo vhodné rekonstruovat každý rok jedno patro.

Diplomová práce může sloužit jako základ pro budoucí projekt. Do digitální podoby byly převedeny půdorysy budovy z původních plánů z roku 1979. Do těchto plánů byl zakreslen stávající stav elektroinstalace a následně nový návrh.

Práci je možné použít nejen jako inspiraci, ale také jako rozpracovaný projekt, protože jsou připraveny podklady pro projektovou dokumentaci.

## **8. Použitá literatura**

### **8.1. Tištěné dokumenty**

[1] GEBAUER, PhDr. Josef; ŠRÁMEK, Pavel. Náměstí a ulice města Opavy. Opava : [s.n.], 1990. 189 s.

### **8.2. Internetové zdroje**

ABB [online].2012 [cit.2012-04-12]. Dostupné z URL  
<<http://www.abb.cz>>

ARGOS [online].2012 [cit.2012-04-12]. Dostupné z URL  
<<http://www.argos.cz>>

ELEKTROVIOLA [online].2012 [cit.2012-04-12]. Dostupné z URL  
< <http://shop.viola.cz>>

JANČA [online].2012 [cit.2012-04-12]. Dostupné z URL  
<<http://www.janca.cz>>

MODUS [online].2012 [cit.2012-04-12]. Dostupné z URL  
<<http://www.modus.cz>>

THORN [online].2012 [cit.2012-04-12]. Dostupné z URL  
<<http://www.thornlighting.cz>>

VYRTYCH [online].2012 [cit.2012-04-12]. Dostupné z URL  
<<http://www.vyrtych.cz>>

## 9. Přílohy

1.1. Údaje o vybraných svítidlech.....	I
1.2. Výpočty osvětlení učeben.....	VIII
1.2.1. Učebna č. 330.....	VIII
1.3. Výpočty osvětlení kabinetů.....	XIII
1.3.1. Kabinet č. 307 .....	XIII
1.3.2. Kabinet č. 318 .....	XVII
1.4. Výpočty osvětlení chodeb.....	XXI
1.4.1. Chodba 1. poschodí (č. 339) .....	XXI
1.4.2. Reprezentační hala s kazetovým stropem.....	XXV
1.4.3. Tělocvična.....	XXVIII
1.5. Výpočty nouzového osvětlení.....	XXXIV
1.5.1. Učebna č. 306.....	XXXIV
1.5.2. Učebna č. 330.....	XXXV
1.5.3. Kabinet č. 307 .....	XXXVI
1.5.4. Kabinet č. 318 .....	XXXVII
1.5.5. Chodba 1. poschodí (č. 339) .....	XXXVIII
1.5.6. Reprezentační hala s kazetovým stropem.....	XXXIX
1.5.7. Tělocvična.....	XL
2. Tabulky použitých okruhů a místností, které jsou na ně napojeny.....	XLI
3. Výkresy stávajícího stavu (A3)	počet ks: 5
4. Výkresy nového návrhu (A3)	počet ks: 5
5. Schéma rozvodů školy	
6. Příloha na CD	

## 1.1. Údaje o vybraných svítidlech

Výrobce: VYRTYCH a.s.

**!FALCON-158-AS**

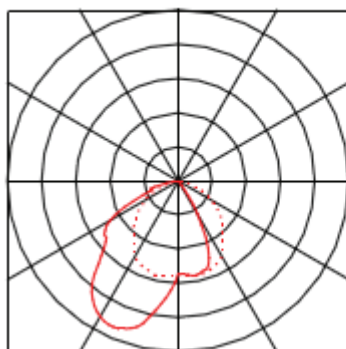
**Falcon asymetrické VYRTYCH**

### Údaje o svítidle

Účinnost svítidla	:	84.2382%
Luminaire efficacy	:	75.52 lm/W
Classification	:	A40 100.0% ↑0.0%
CIE Flux Codes	:	55 85 98 100 84
Předřadník	:	
Celkový příkon systému	:	58 W
Délka	:	1562 mm
Šířka	:	175 mm
Výška	:	69 mm

### Osazeno

Počet	:	1
Označení	:	L 58 W/840 G13 58W
Barva	:	
Světelný tok	:	5200 lm



Výrobce: VYRTYCH a.s.

FALCON-D/I-236-AR

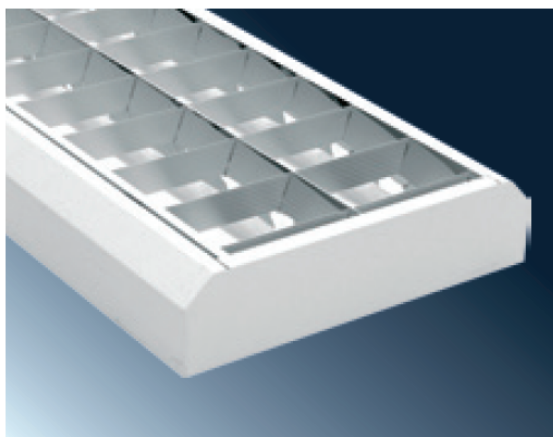
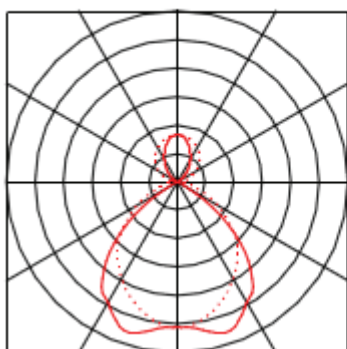
Interiérové - přisazené nebo závěsné, lesklá mřížka, přímo-nepřímé

**Údaje o svítidle**

Účinnost svítidla	: 75.474%
Luminaire efficacy	: 70.23 lm/W
Classification	: B53 80.0% ↑20.0%
CIE Flux Codes	: 59 91 99 80 75
Předřadník	:
Celkový příkon systému	: 72 W
Délka	: 1262 mm
Šířka	: 265 mm
Výška	: 69 mm

**Osazeno**

Počet	: 2
Označení	: L 36 W/840 G13 36W
Barva	:
Světelný tok	: 3350 lm



Výrobce: VYRTYCH a.s.

**KELPIE-D/I-249-BAP**  
přímo/nepřímé

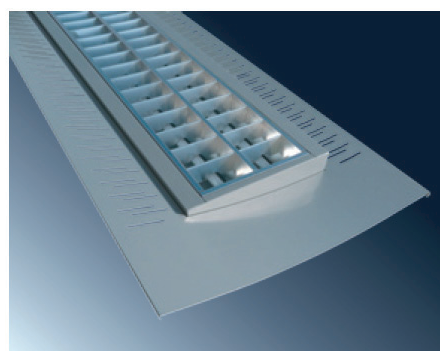
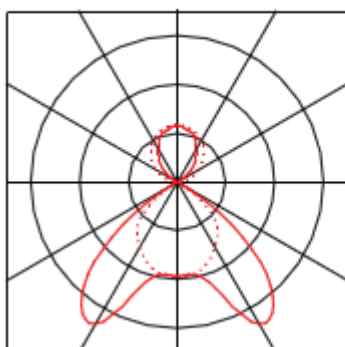
Interiérové - přisazené nebo závěsné, vysoce lesklá parabolická mřížka,

**Údaje o svítidle**

Účinnost svítidla	: 81.2429%
Luminaire efficacy	: 71.29 lm/W
Classification	: B53 70.4% ↑29.6%
CIE Flux Codes	: 62 99 100 70 81
Předřadník	:
Celkový příkon systému	: 98 W
Délka	: 1760 mm
Šířka	: 450 mm
Výška	: 55 mm

**Osazeno**

Počet	: 2
Označení	: FQ 49 W/840
	: G5 49W
Barva	:
Světelný tok	: 4300 lm



**Výrobce: Thorn**

**96504879+96509163**

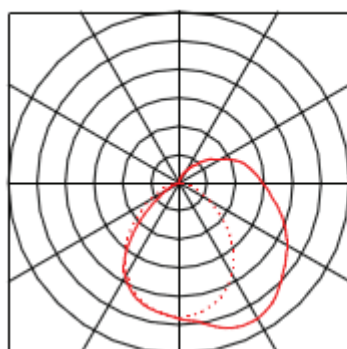
**POPPACK PRO 1X35W T16 HF L840 + POPPACK PRO ECU 1X35/49 CL PR PC**

**Údaje o svítidle**

Účinnost svítidla	: 71%
Luminaire efficacy	: 60.08 lm/W
Classification	: B31 85.4% ↑14.6%
CIE Flux Codes	: 44 73 90 85 71
Předřadník	:
Celkový příkon systému	: 39 W
Délka	: 1485 mm
Šířka	: 100 mm
Výška	: 100 mm

**Osazeno**

Počet	: 1
Označení	: T16 35W
Barva	:
Světelný tok	: 3300 lm





Výrobce: VYRTYCH a.s.

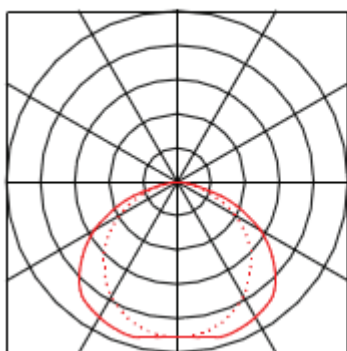
**SALUKA-236      Průmyslové zářivkové, s krycím sklem**

**Údaje o svítidle**

Účinnost svítidla	:	60.0342%
Luminaire efficacy	:	55.87 lm/W
Classification	:	A40    100.0%    ↑ 0.0%
CIE Flux Codes	:	45 79 97 100 60
Předřadník	:	
Celkový příkon systému	:	72 W
Délka	:	1300 mm
Šířka	:	192 mm
Výška	:	90 mm

**Osazeno**

Počet	:	2
Označení	:	L 36 W/840 G13 36W
Barva	:	
Světelný tok	:	3350 lm



Výrobce: VYRTYCH a.s.

2V58-SOKOL-258

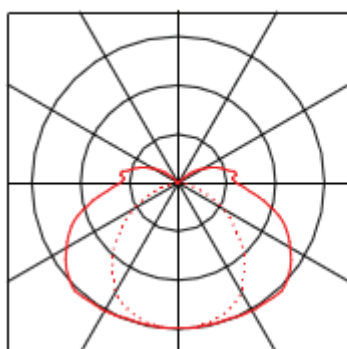
Průmyslové zářivkové, do tělocvičen

**Údaje o svítidle**

Účinnost svítidla	:	53.4976%
Luminaire efficacy	:	47.96 lm/W
Classification	:	A31 91.6% ↑8.4%
CIE Flux Codes	:	36 66 88 92 53
Předřadník	:	
Celkový příkon systému	:	116 W
Délka	:	1575 mm
Šířka	:	170 mm
Výška	:	108 mm

**Osazeno**

Počet	:	2
Označení	:	L 58 W/840 G13 58W
Barva	:	
Světelný tok	:	5200 lm



**Výrobce: VYRTYCH a.s.**

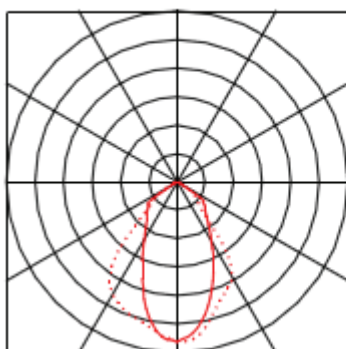
**XANTI-400H-S      Reflektor výbojkový, symterické, E40**

**Údaje o svítidle**

Účinnost svítidla	:	78.2321%
Luminaire efficacy	:	78.23 lm/W
Classification	:	A60 100.0% ↑ 0.0%
CIE Flux Codes	:	73 96 100 100 78
Předřadník	:	
Celkový příkon systému	:	400 W
Délka	:	610 mm
Šířka	:	430 mm
Výška	:	200 mm

**Osazeno**

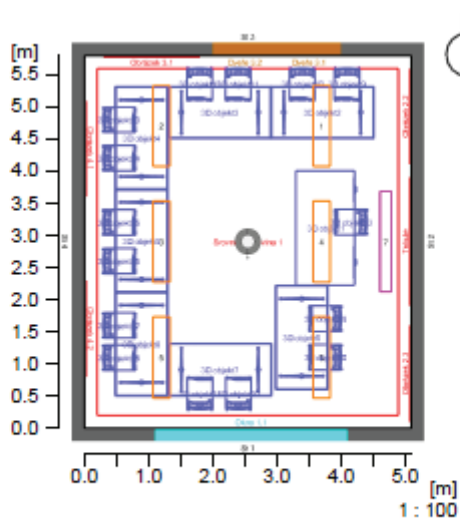
Počet	:	1
Označení	:	HQI-T 400/N E40 400W
Barva	:	
Světelný tok	:	40000 lm



## 1.2. Výpočty osvětlení učeben

### 1.2.1. Učebna č. 330

Půdorys místnosti:



#### Údaje o prostoru:

W1 : 5.10

W2 : 5.80

W3 : 5.10

W4 : 5.80

W5 : ----

W6 : ----

Podlaha: ----

Strop: ----

Výška místnosti [m]:

Výška srovnávací roviny [m]:

#### Činitelé odrazu:

62.2 %

62.2 %

62.2 %

62.2 %

----

----

65.2 %

70.0 %

3.70

0.75

#### Konstrukční prvky

Pi : Pilíř

Př : Přička

Pp : Reálná pracovní plocha

m : Virtuální měřicí plocha

Sv : Světlík

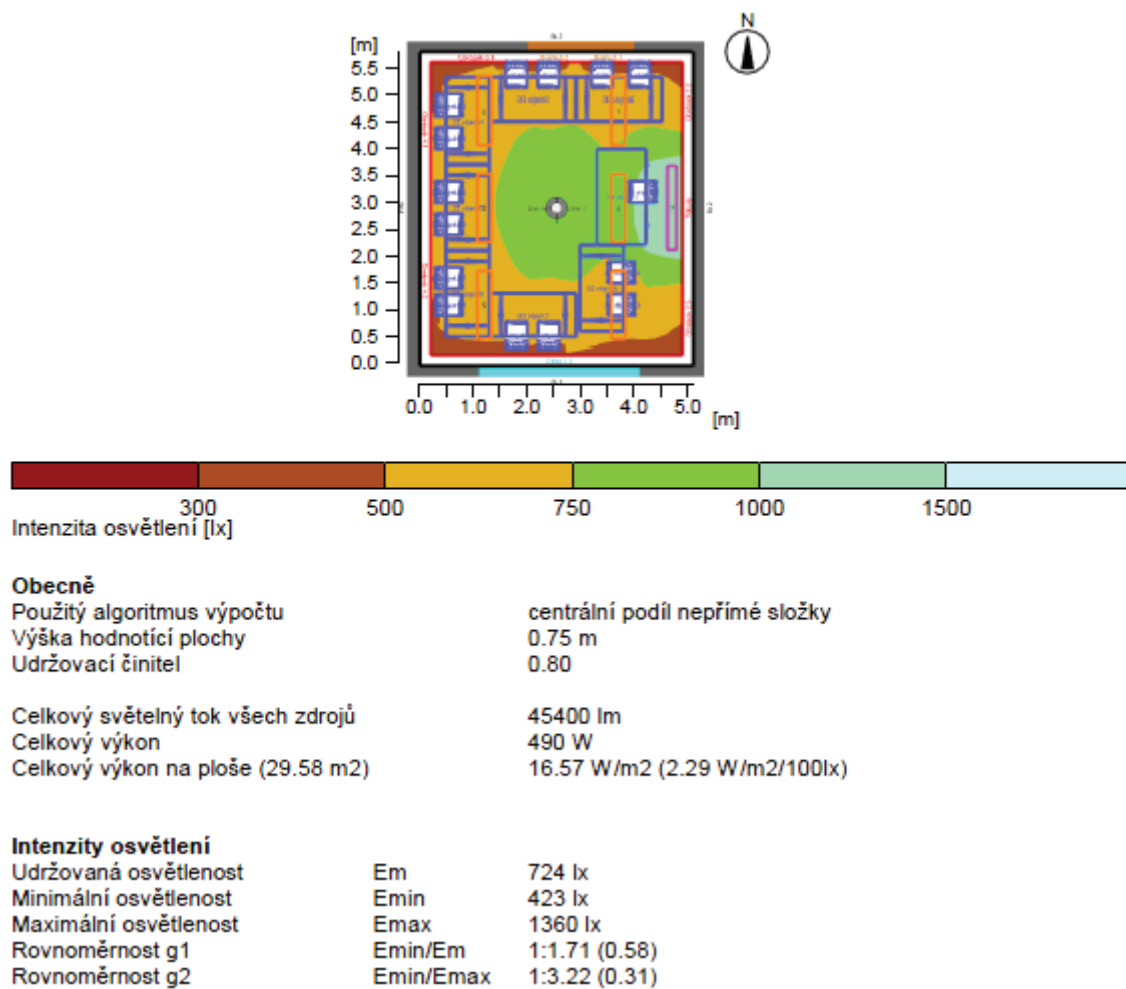
Ob : Obráz

Ok : Okno

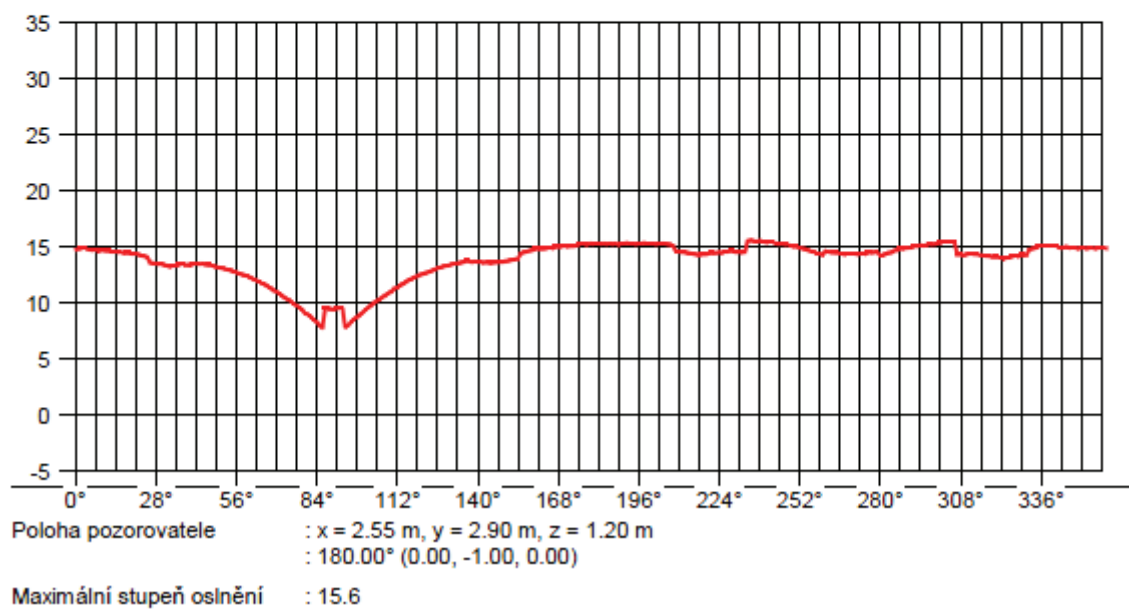
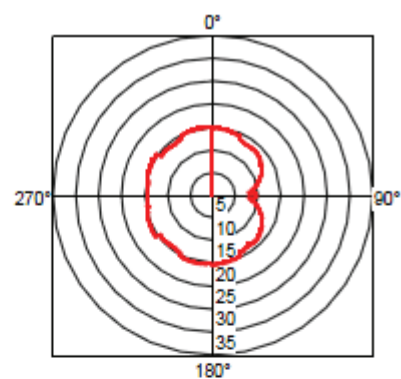
D : Dveře

Ná : Nábytek

Přehled výsledků na srovnávací rovině:



Hodnocení oslnění dle UGR<sub>L</sub>:





3D pohled na učebnu zepředu



3D pohled na učebnu zezadu



3D pohled na učebnu zleva



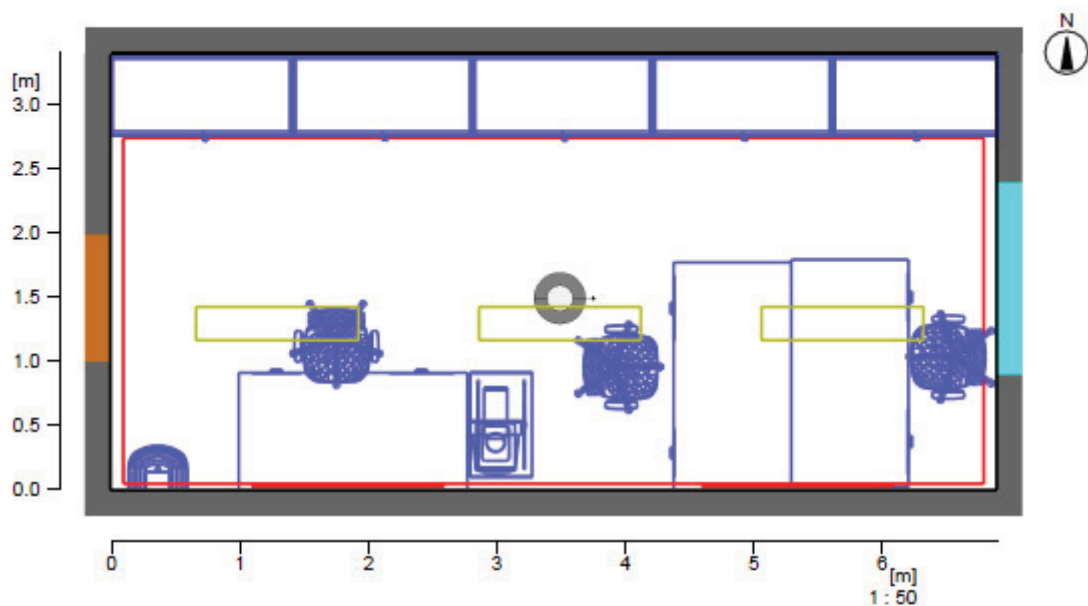
3D pohled na učebnu zprava



## 1.3. Výpočty osvětlení kabinetů

### 1.3.1. Kabinet č. 307

*Půdorys místnosti*



#### Údaje o prostoru:

W1	:	6.90
W2	:	3.40
W3	:	6.90
W4	:	3.40
W5	:	----
W6	:	----
Podlaha:	----	73.9 %
Strop:	----	70.0 %
Výška místnosti [m]:		3.50
Výška srovnávací roviny [m]:		----
Výška roviny svítidel [m]:		3.00

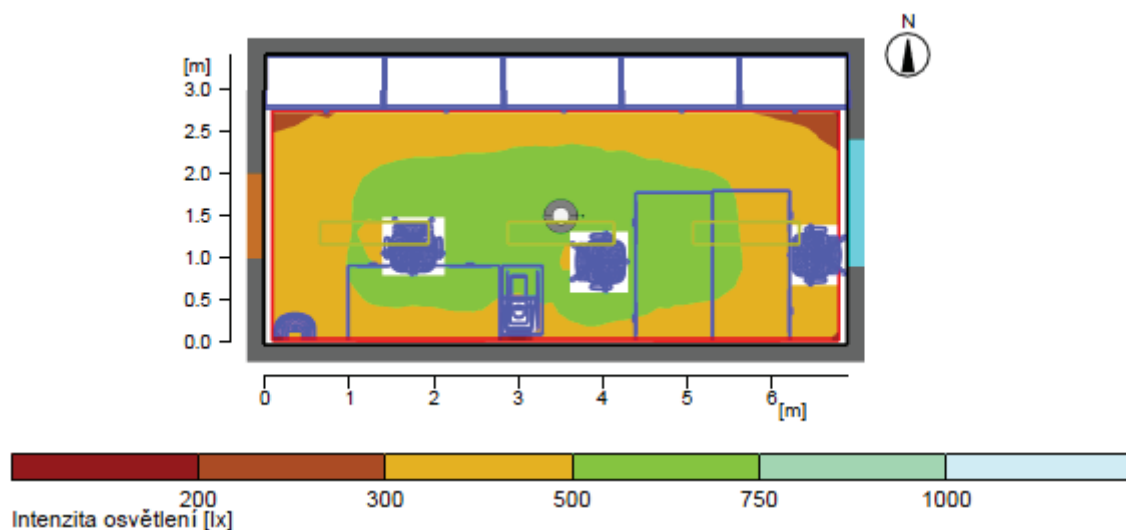
#### Činitelé odrazu:

	90.4 %
	90.4 %
	90.4 %
	90.4 %
	----
	----
	73.9 %
	70.0 %
	3.50
	----
	3.00

#### Konstrukční prvky

Pi	:	Pilíř
Př	:	Příčka
Pp	:	Reálná pracovní plocha
m	:	Virtuální měřicí plocha
Sv	:	Světlík
Ob	:	Obráz
Ok	:	Okno
D	:	Dveře
Ná	:	Nábytek

Přehled výsledků na srovnávací rovině:



**Obecně**

Použitý algoritmus výpočtu

centrální podíl nepřímé složky

Výška hodnoticí plochy

0.75 m

Výška roviny svítidel

3.00 m

Udržovací činitel

0.80

Celkový světelný tok všech zdrojů

20100 lm

Celkový výkon

216 W

Celkový výkon na ploše (23.46 m<sup>2</sup>)

9.21 W/m<sup>2</sup>

**Intenzity osvětlení**

Udržovaná osvětlenost

Em 467 lx

Minimální osvětlenost

Emin 248 lx

Maximální osvětlenost

Emax 572 lx

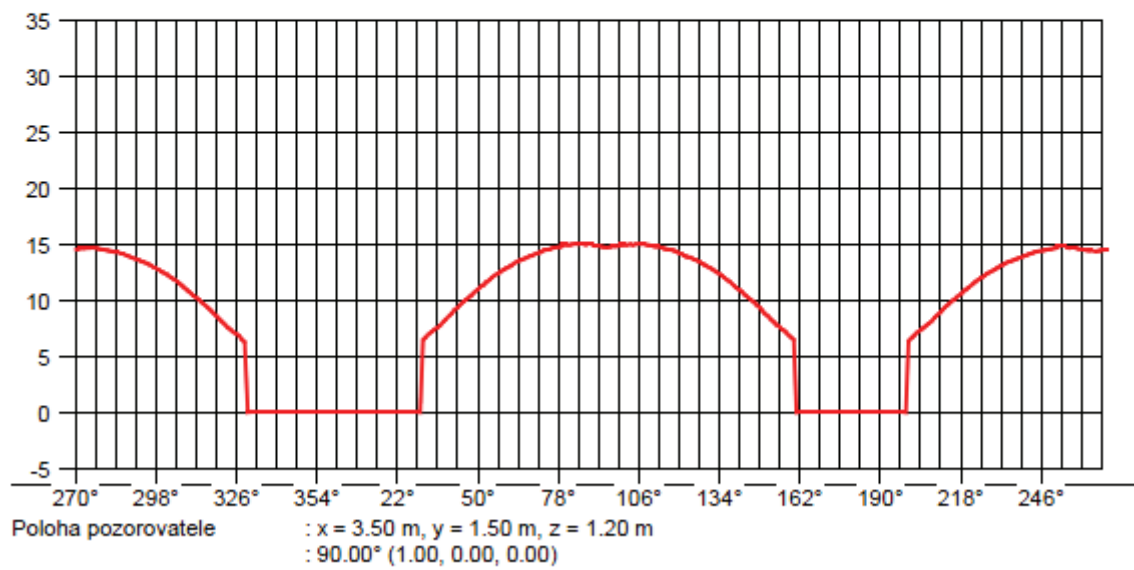
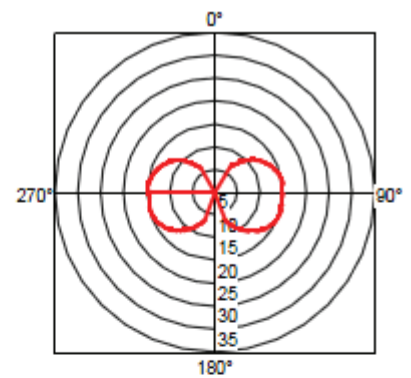
Rovnoměrnost g1

Emin/Em 1:1.88 (0.53)

Rovnoměrnost g2

Emin/Emax 1:2.3 (0.43)

Hodnocení oslnění dle  $UGR_L$ :



Maximální stupeň oslnění : 15.1  
(Hodnoty v použitém rozsahu úhlů pro URG)

3D pohled na učebnu zepředu



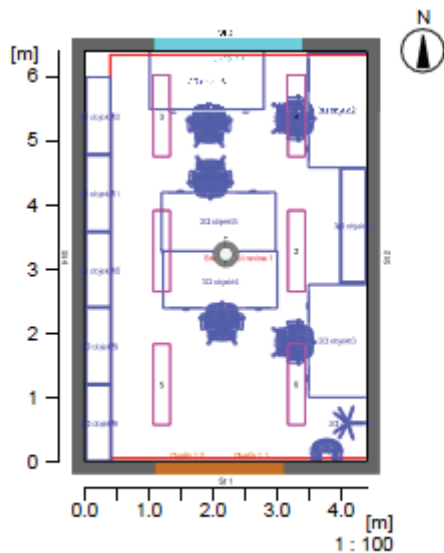
3D pohled na učebnu zleva





### 1.3.2. Kabinet č. 318

#### Půdorys místnosti



#### Údaje o prostoru:

W1 : 4.40

W2 : 6.40

W3 : 4.40

W4 : 6.40

W5 : ----

W6 : ----

Podlaha: ----

Strop: ----

Výška místnosti [m]:

Výška srovnávací roviny [m]:

Výška roviny svítidel [m]:

#### Činitelé odrazu:

70.0 %

70.0 %

70.0 %

70.0 %

----

----

7.2 %

70.0 %

3.70

----

3.20

#### Konstrukční prvky

Pi : Pilíř

Př : Přička

Pp : Reálná pracovní plocha

m : Virtuální měřicí plocha

Sv : Světlík

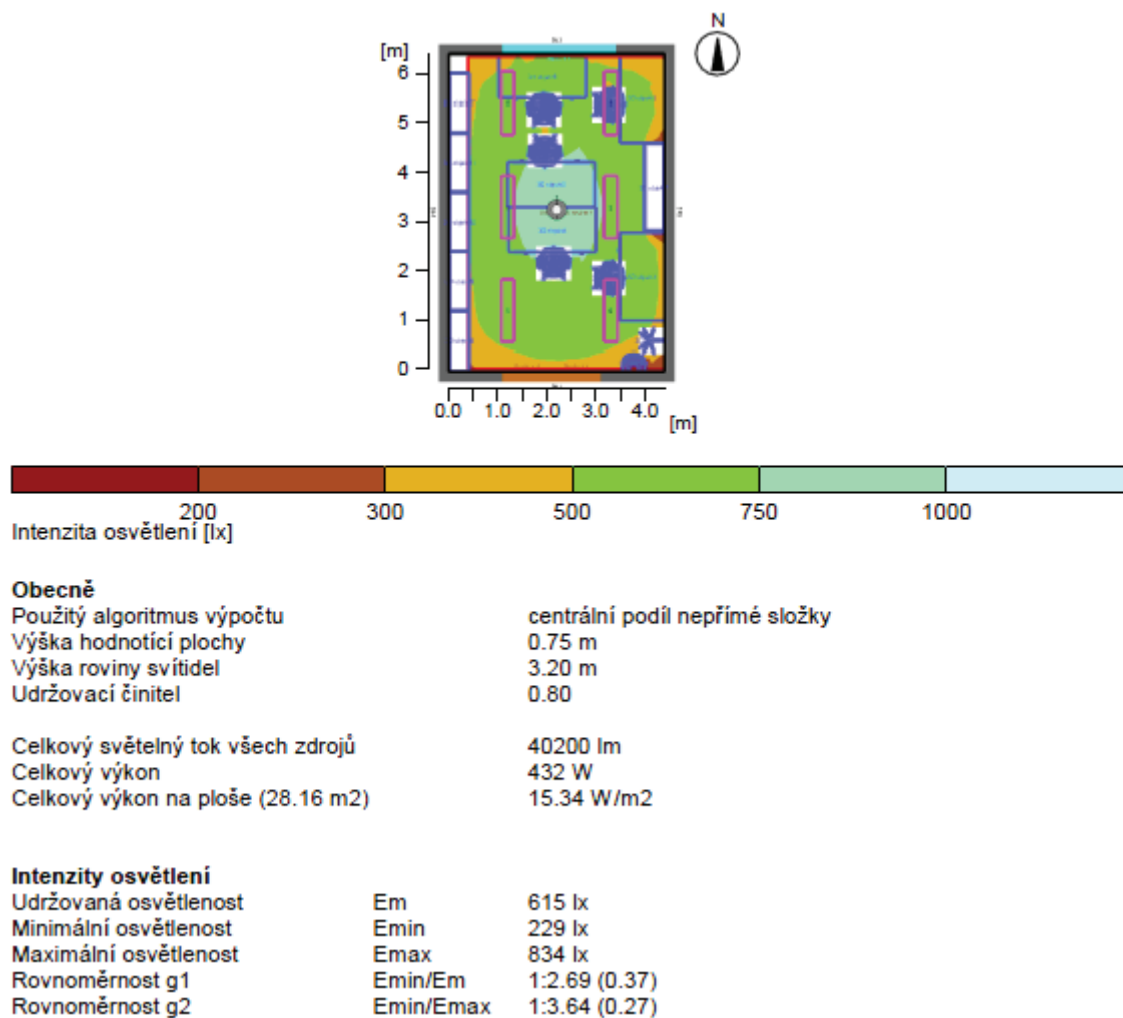
Ob : Obráz

Ok : Okno

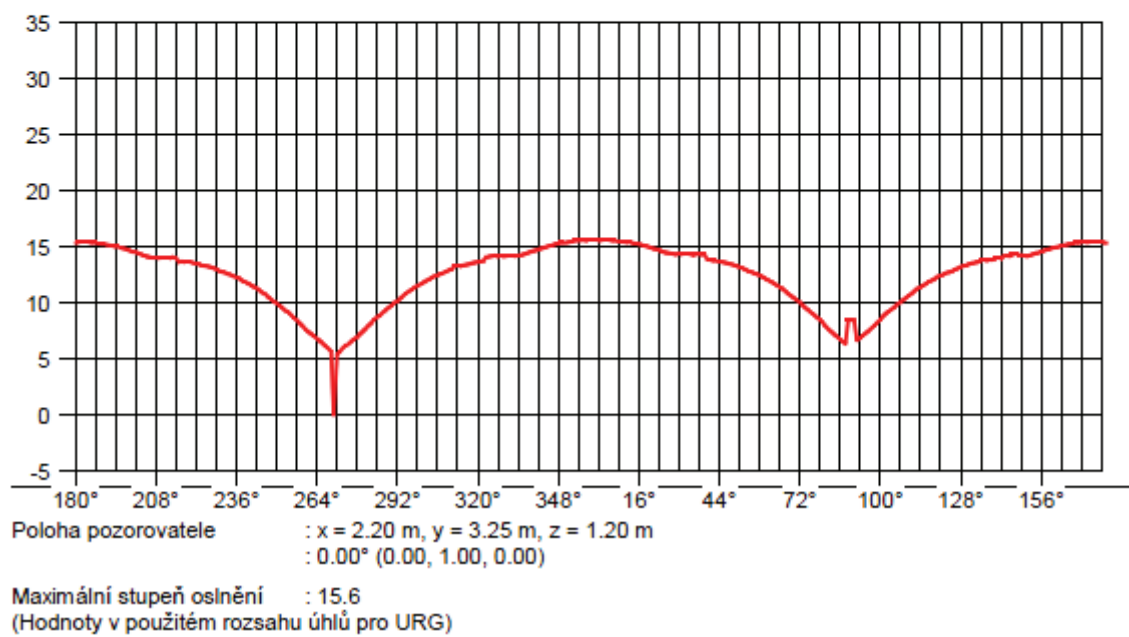
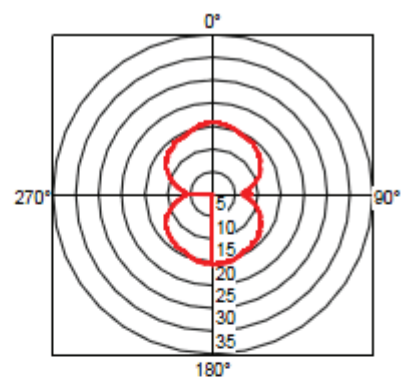
D : Dveře

Ná : Nábytek

Přehled výsledků na srovnávací rovině:



Hodnocení oslnění dle  $UGR_L$ :



3D pohled na učebnu zepředu



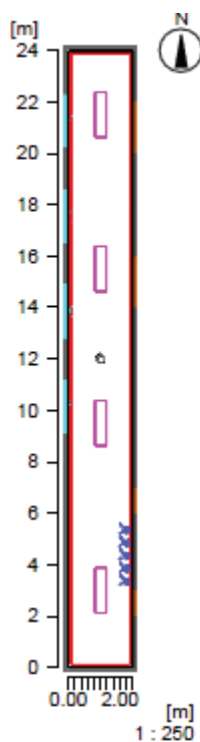
3D pohled na učebnu zezadu



## 1.4. Výpočty osvětlení chodeb

### 1.4.1. Chodba 1. poschodí (č. 339)

Půdorys chodby



#### Údaje o prostoru:

W1 : 2.50  
W2 : 24.00  
W3 : 2.50  
W4 : 24.00  
W5 : ----  
W6 : ----  
Podlaha: ----  
Strop: ----

Výška místnosti [m]: 4.20  
Výška srovnávací roviny [m]: 0.00  
Výška roviny svítidel [m]: 3.70

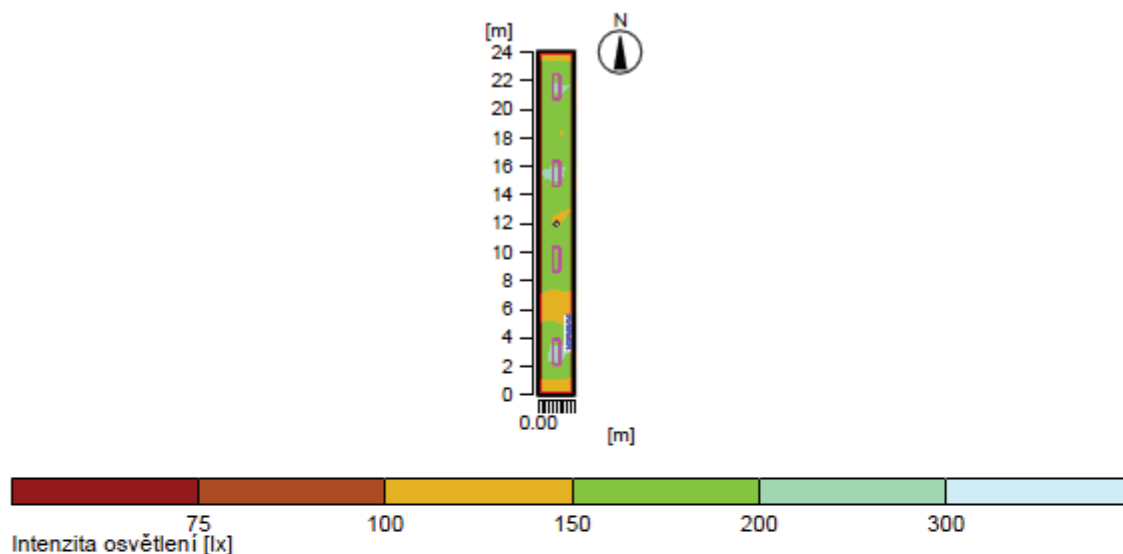
#### Činitelé odrazu:

70.0 %  
70.0 %  
70.0 %  
70.0 %  
----  
----  
70.2 %  
70.0 %

#### Konstrukční prvky

Pi : Pilíř  
Př : Přička  
Pp : Reálná pracovní plocha  
m : Virtuální měřicí plocha  
Sv : Světlík  
Ob : Obráz  
Ok : Okno  
D : Dveře  
Ná : Nábytek

Přehled výsledků na srovnávací rovině:



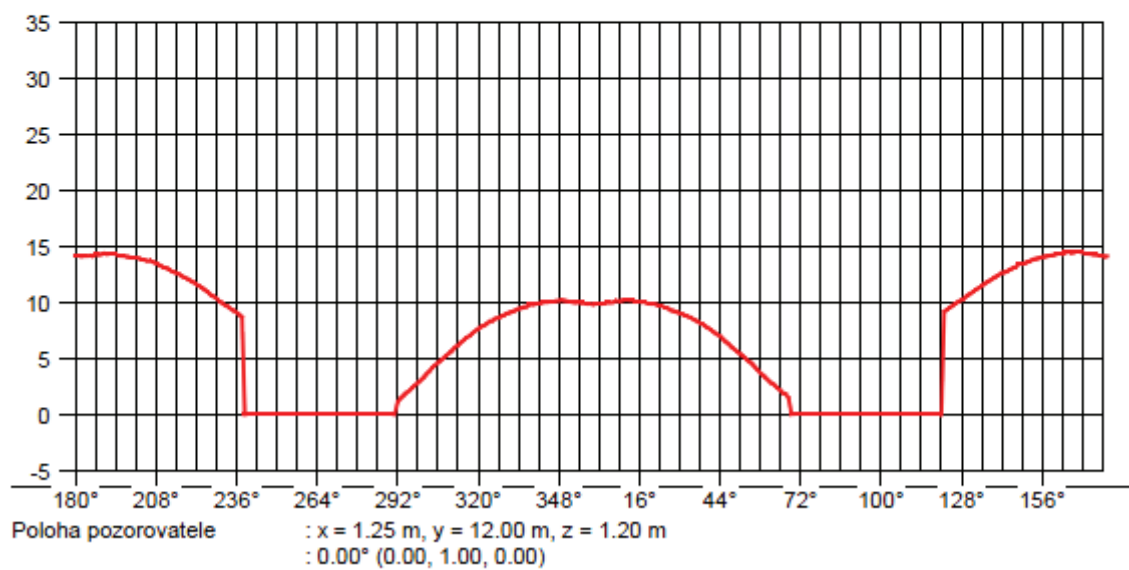
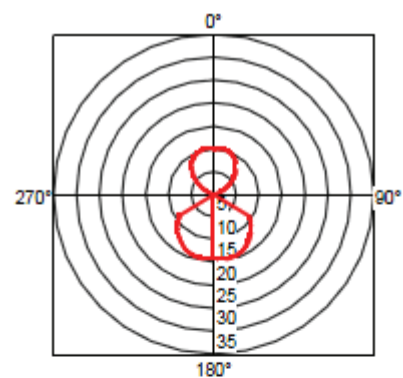
**Obecně**

Použitý algoritmus výpočtu	centrální podíl nepřímé složky
Výška hodnotící plochy	0.00 m
Výška roviny svítidel	3.70 m
Udržovací činitel	0.80
Celkový světelný tok všech zdrojů	34400 lm
Celkový výkon	392 W
Celkový výkon na ploše (60.00 m <sup>2</sup> )	6.53 W/m <sup>2</sup> (3.83 W/m <sup>2</sup> /100lx)

**Intenzity osvětlení**

Udržovaná osvětlenost	Em	171 lx
Minimální osvětlenost	Emin	132 lx
Maximální osvětlenost	Emax	211 lx
Rovnoměrnost g1	Emin/Em	1:1.29 (0.77)
Rovnoměrnost g2	Emin/Emax	1:1.6 (0.62)

Hodnocení oslnění dle  $UGR_L$ :



Maximální stupeň oslnění : 14.5  
(Hodnoty v použitém rozsahu úhlů pro URG)



3D pohled na chodbu zepředu

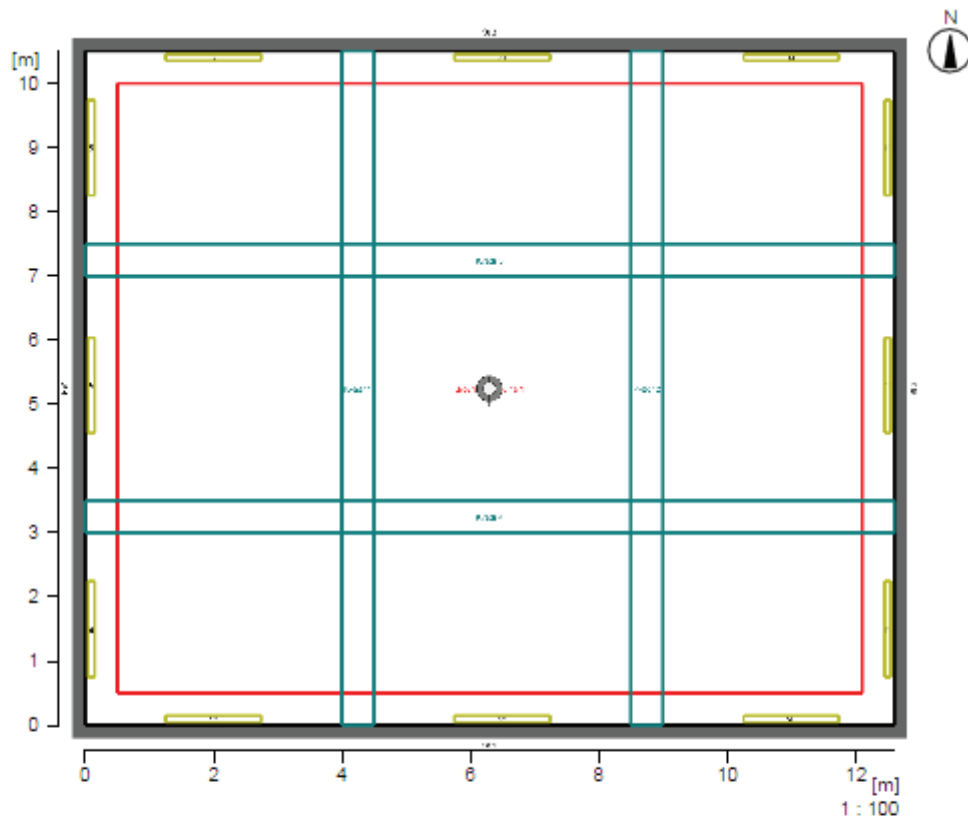


3D pohled na chodbu zprava



## 1.4.2. Reprezentační hala s kazetovým stropem

### Půdorys haly



#### Údaje o prostoru:

W1 : 12.60

W2 : 10.50

W3 : 12.60

W4 : 10.50

W5 : ----

W6 : ----

Podlaha: ----

Strop: ----

Výška místnosti [m]:

Výška srovnávací roviny [m]:

Výška roviny svítidel [m]:

#### Činitelé odrazu:

70.0 %

70.0 %

70.0 %

70.0 %

----

----

46.0 %

70.0 %

4.50

0.00

4.50

#### Konstrukční prvky

Pi : Pilíř

Př : Přička

Pp : Reálná pracovní plocha

m : Virtuální měřicí plocha

Sv : Světlík

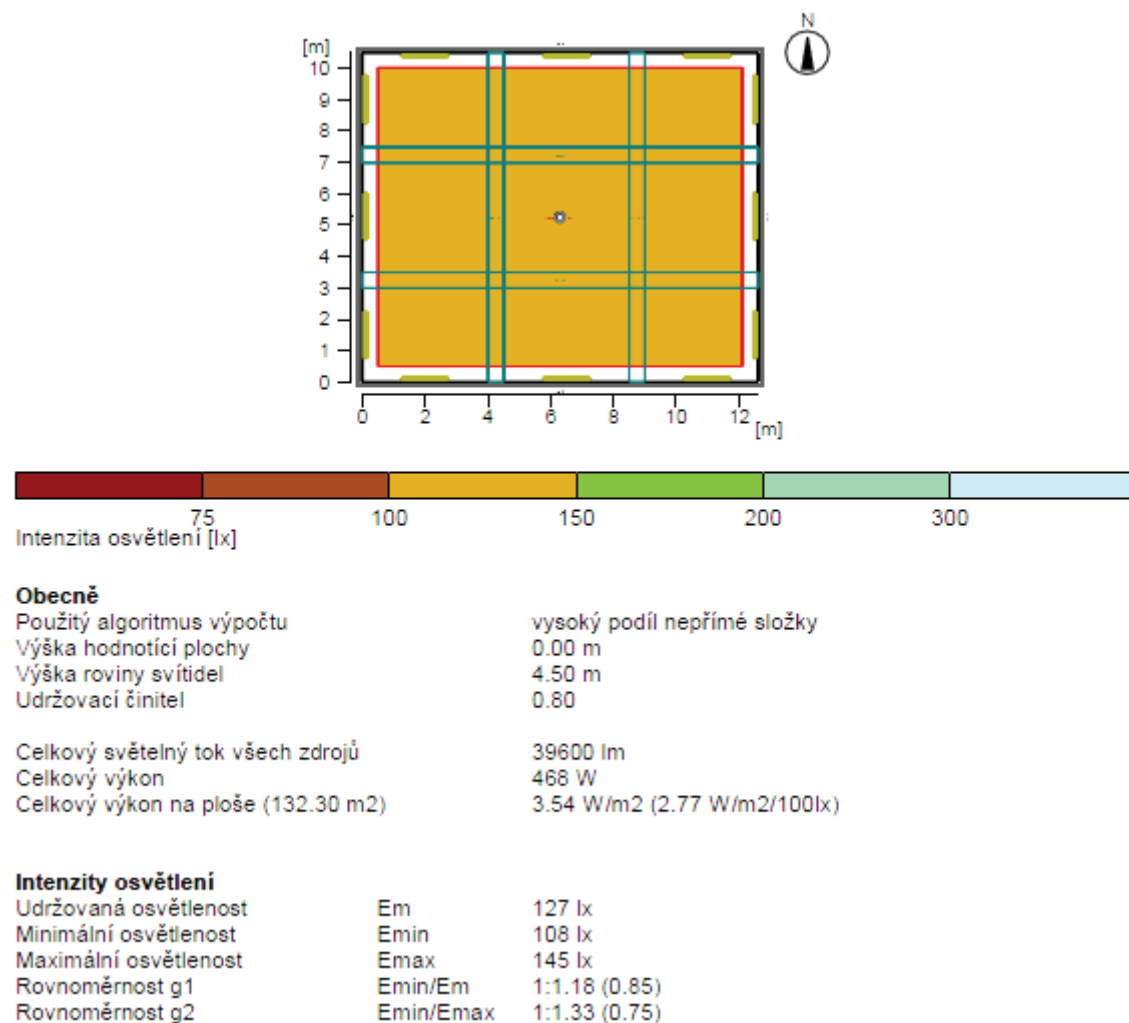
Ob : Obráz

Ok : Okno

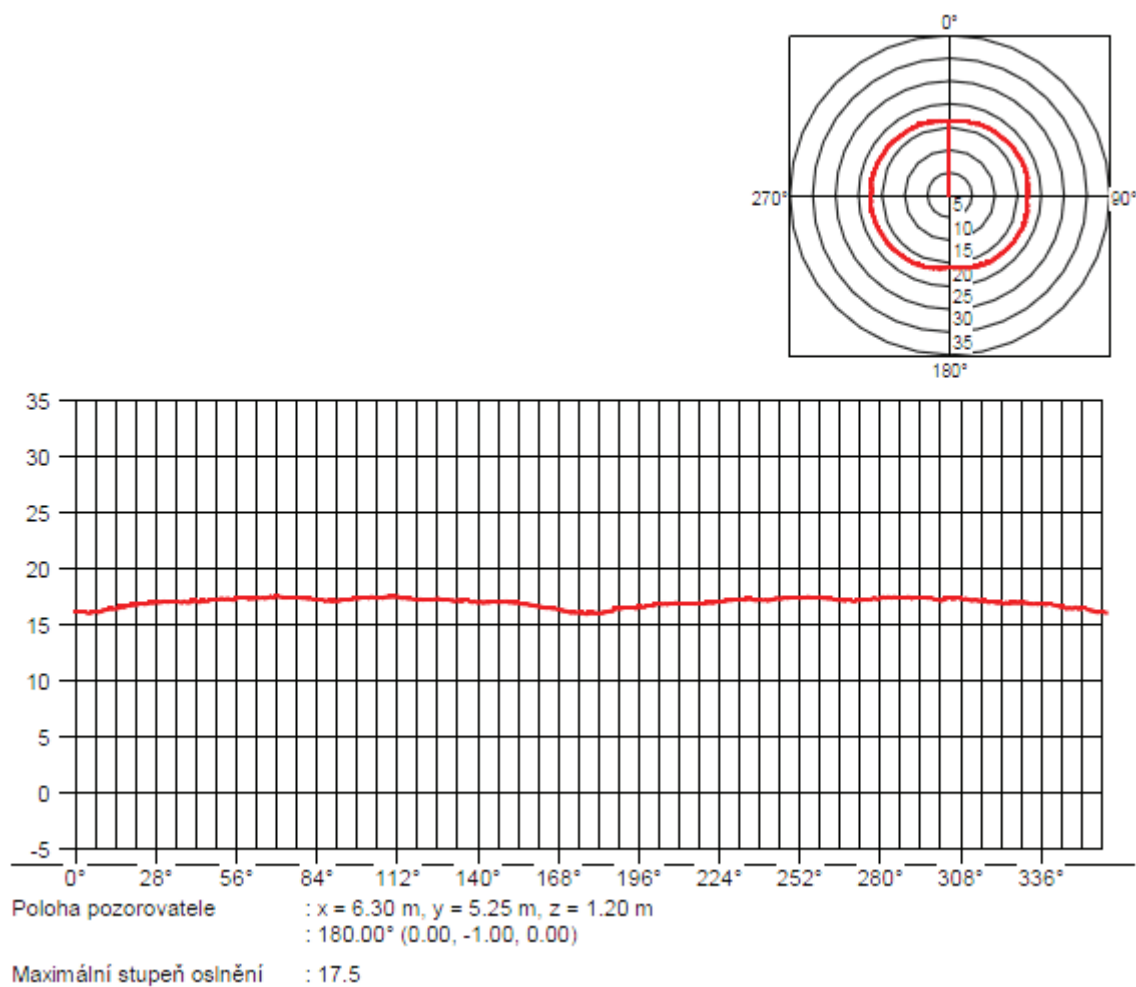
D : Dveře

Ná : Nábytek

Přehled výsledků na srovnávací rovině:



Hodnocení oslnění dle  $UGR_L$ :

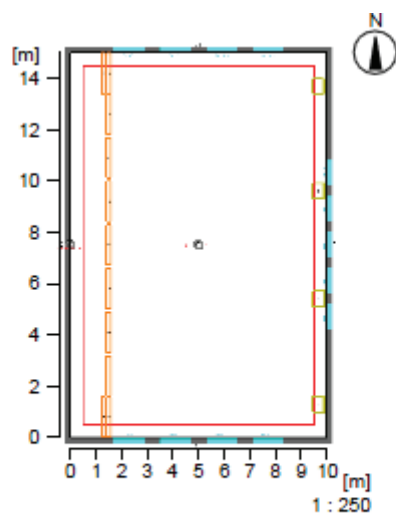


3D pohled na chodbu zepředu



### 1.4.3. Tělocvična

#### Půdorys



---

#### Údaje o prostoru:

W1 : 10.00

W2 : 15.00

W3 : 10.00

W4 : 15.00

W5 : ----

W6 : ----

Podlaha: ----

Strop: ----

Výška místnosti [m]:

Výška srovnávací roviny [m]:

#### Činitelé odrazu:

70.0 %

70.0 %

70.0 %

13.3 %

----

----

12.1 %

70.0 %

5.00

0.10

#### Konstrukční prvky

Pi : Pilíř

Př : Přička

Pp : Reálná pracovní plocha

m : Virtuální měřicí plocha

Sv : Světlík

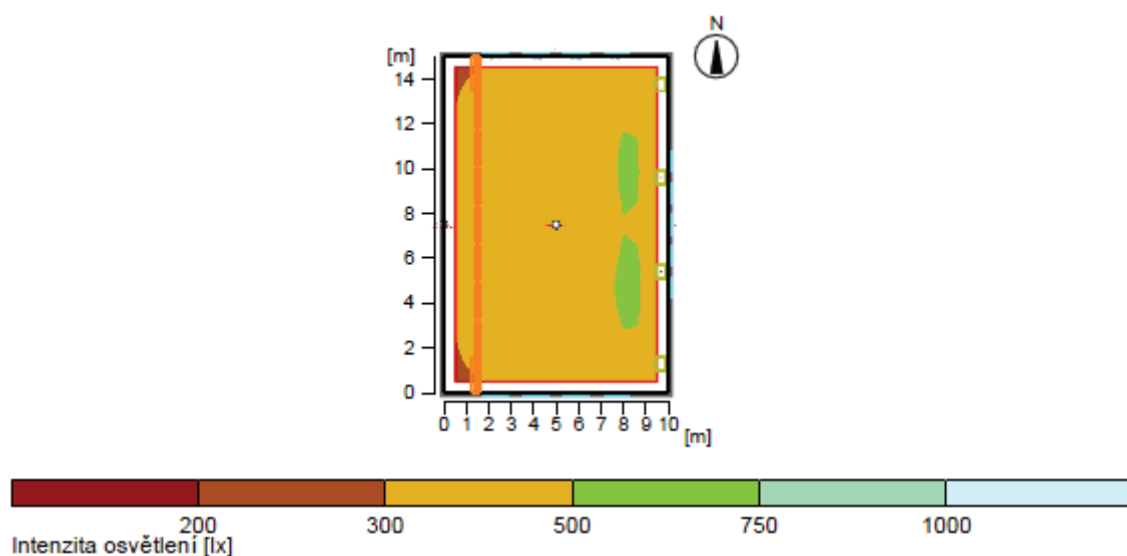
Ob : Obráz

Ok : Okno

D : Dveře

Ná : Nábytek

Přehled výsledků na podlaze tělocvičny:



**Obecně**

Použitý algoritmus výpočtu

centrální podíl nepřímé složky

Výška hodnotící plochy

0.10 m

Udržovací činitel

0.80

Celkový světelný tok všech zdrojů

274400 lm

Celkový výkon

2876 W

Celkový výkon na ploše (150.00 m<sup>2</sup>)

19.17 W/m<sup>2</sup> (4.70 W/m<sup>2</sup>/100lx)

**Intenzity osvětlení**

Udržovaná osvětlenost

Em 408 lx

Minimální osvětlenost

Emin 286 lx

Maximální osvětlenost

Emax 507 lx

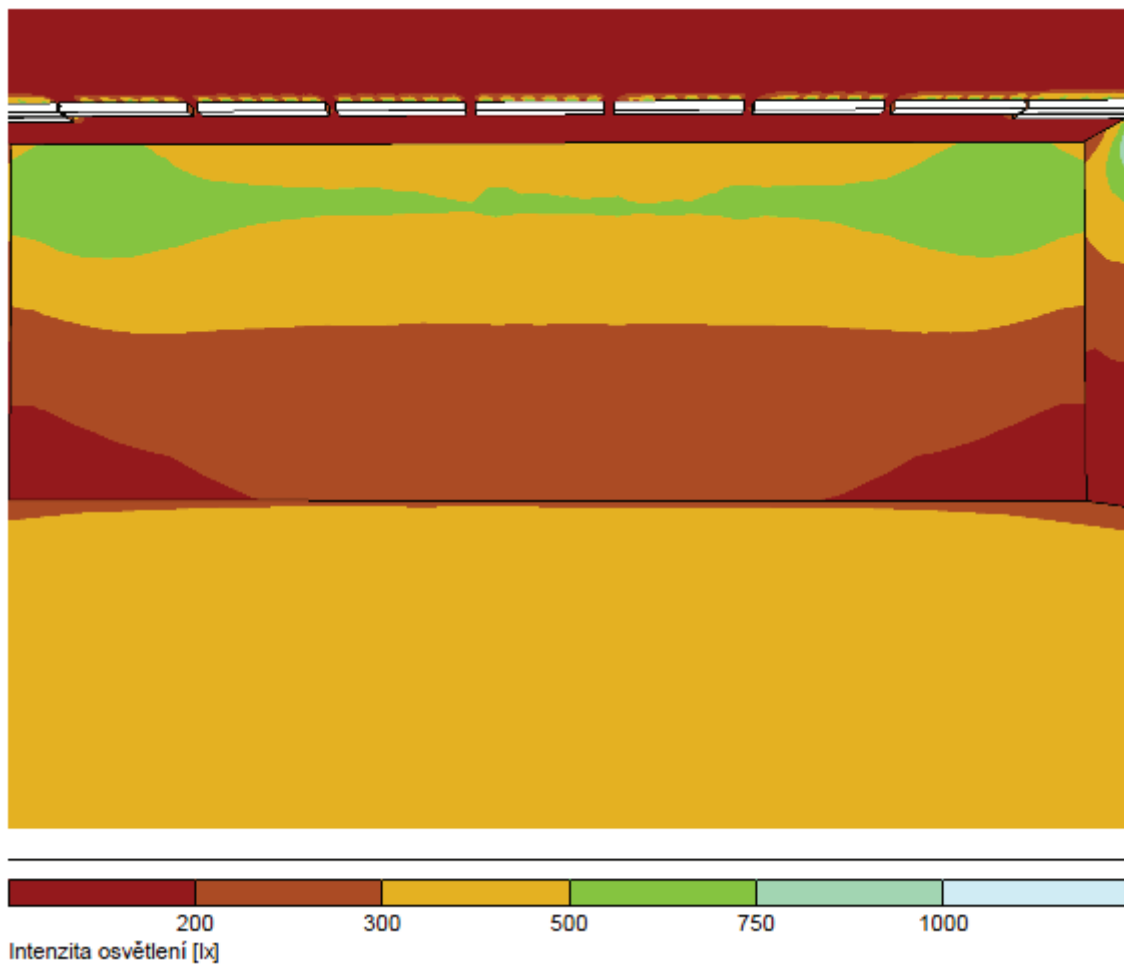
Rovnoměrnost g1

Emin/Em 1:1.43 (0.7)

Rovnoměrnost g2

Emin/Emax 1:1.77 (0.56)

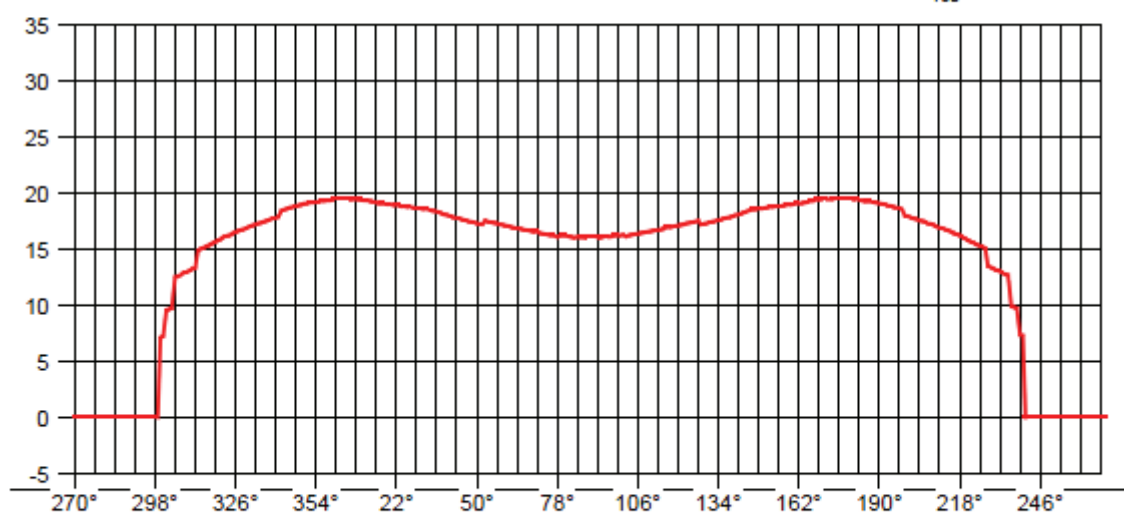
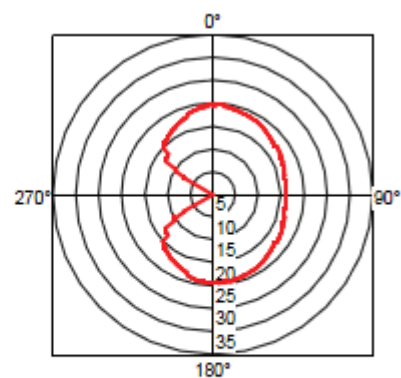
Přehled výsledků na cvičné horolezecké stěně:





Hodnocení oslnění dle  $UGR_L$ :

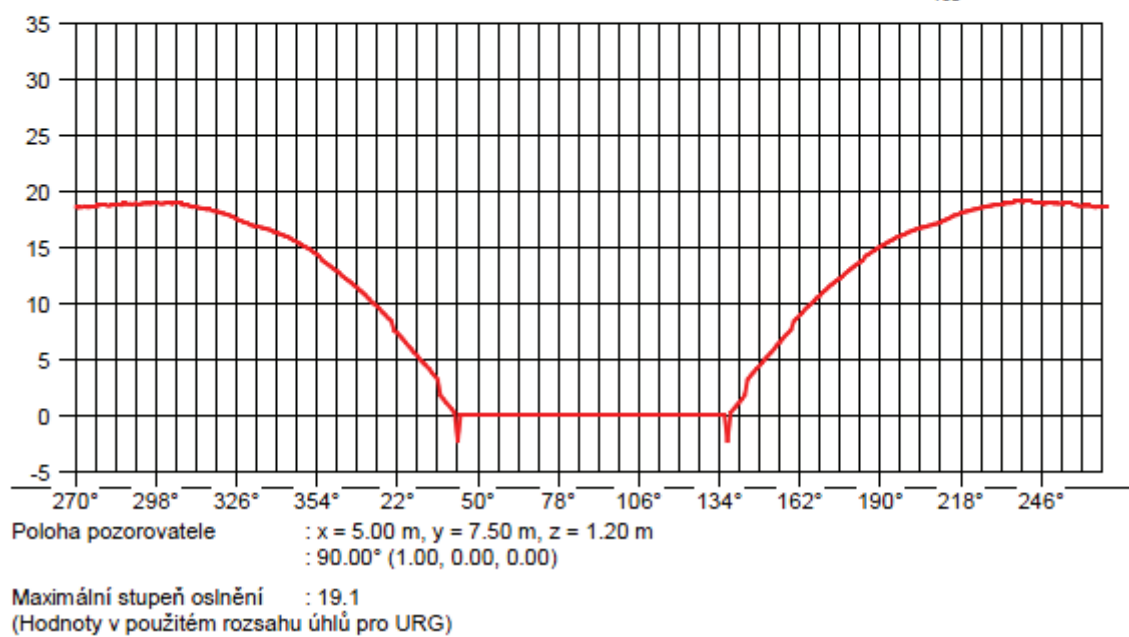
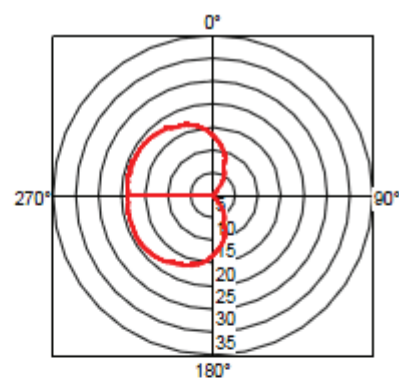
- místo uprostřed tělocvičny



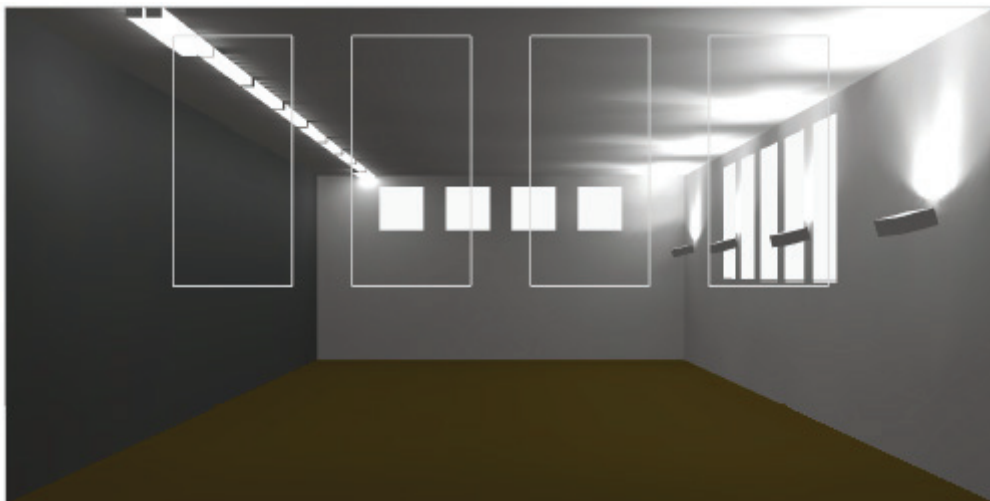
Poloha pozorovatele : x = 0.00 m, y = 7.50 m, z = 2.80 m  
: 90.00° (1.00, 0.00, 0.00)

Maximální stupeň oslnění : 19.5  
(Hodnoty v použitém rozsahu úhlů pro URG)

- místo uprostřed horolezecké stěny



3D pohled na tělocvičnu zepředu

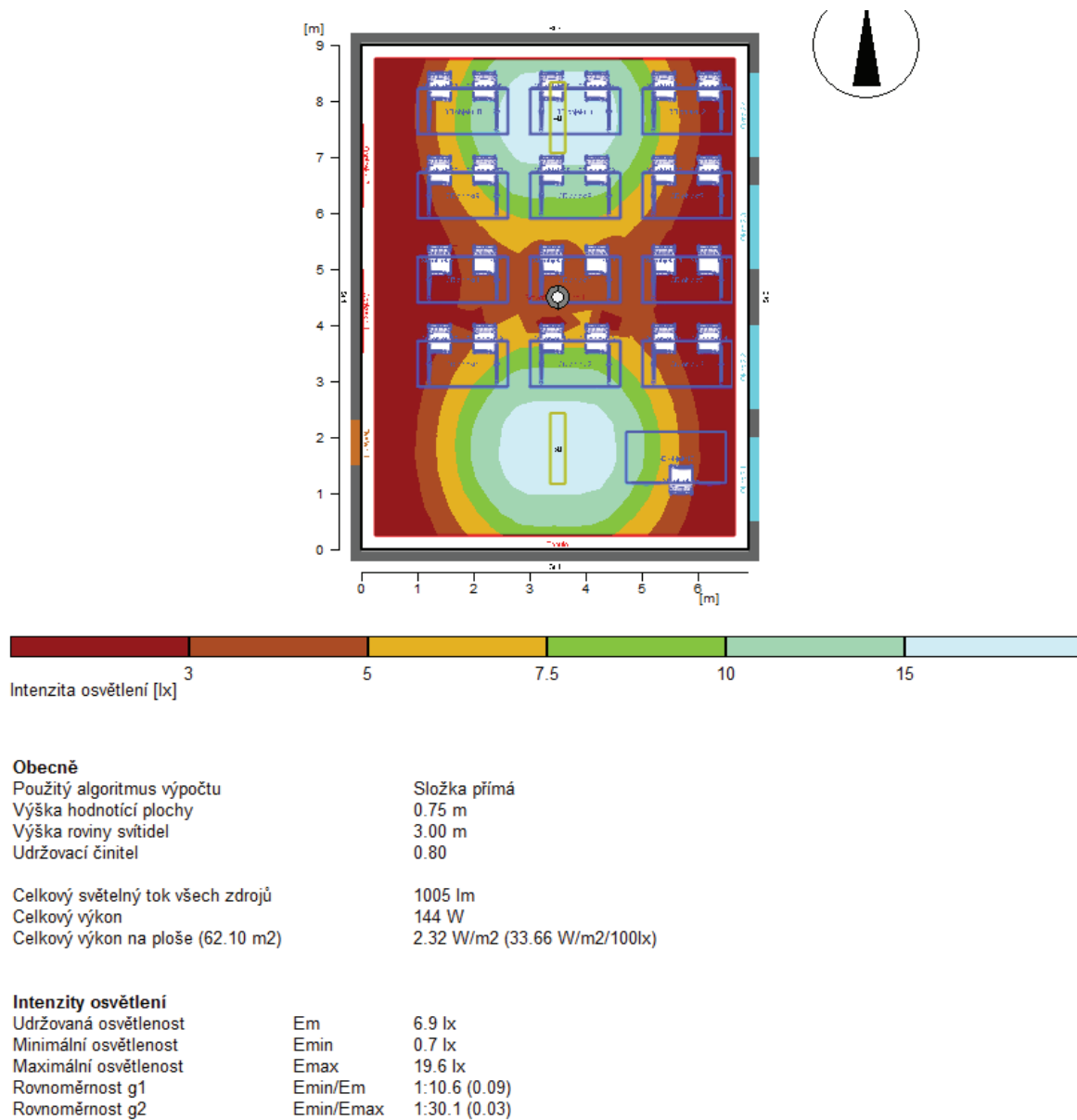


3D pohled na tělocvičnu zepředu

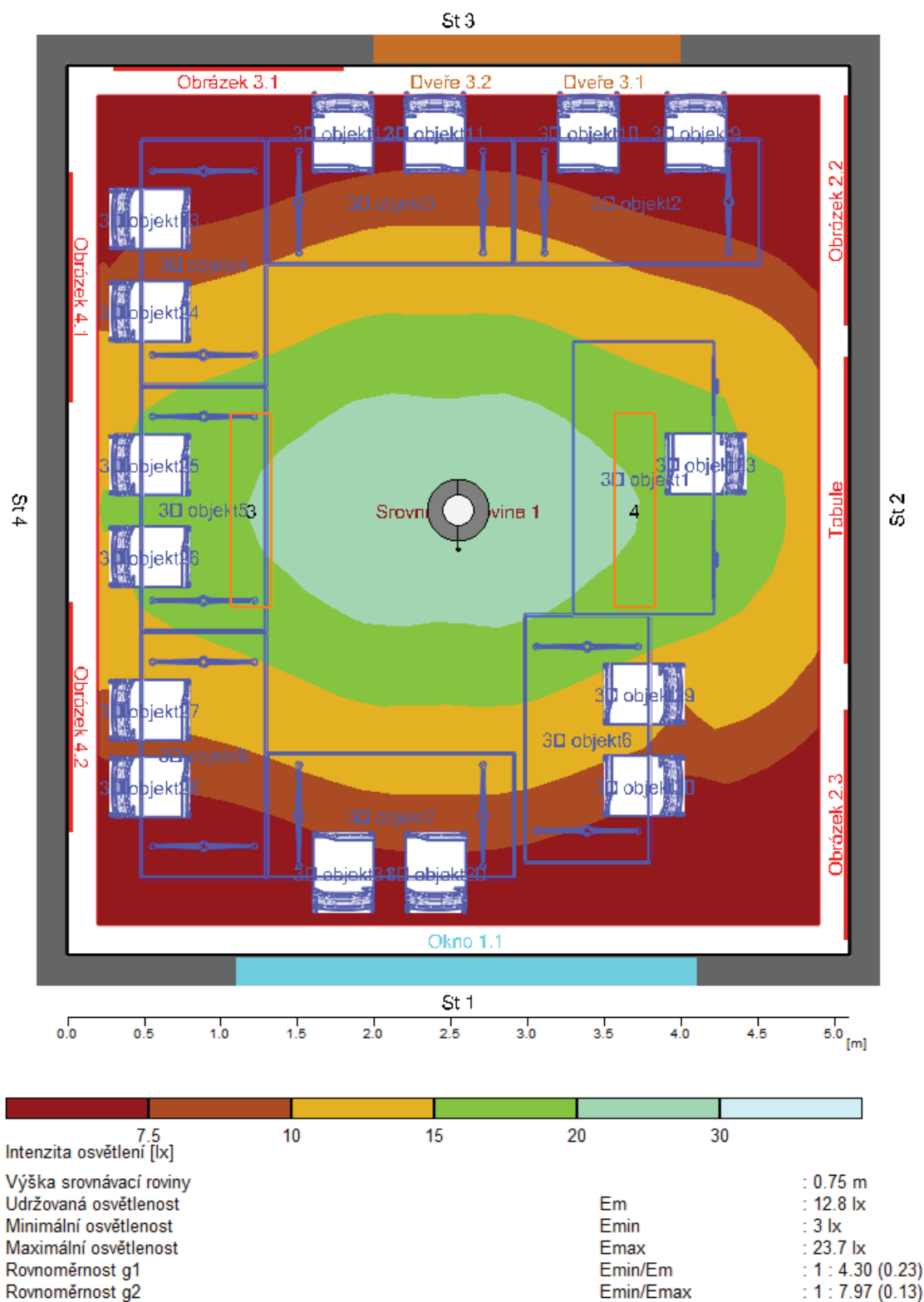


## 1.5. Výpočty nouzového osvětlení

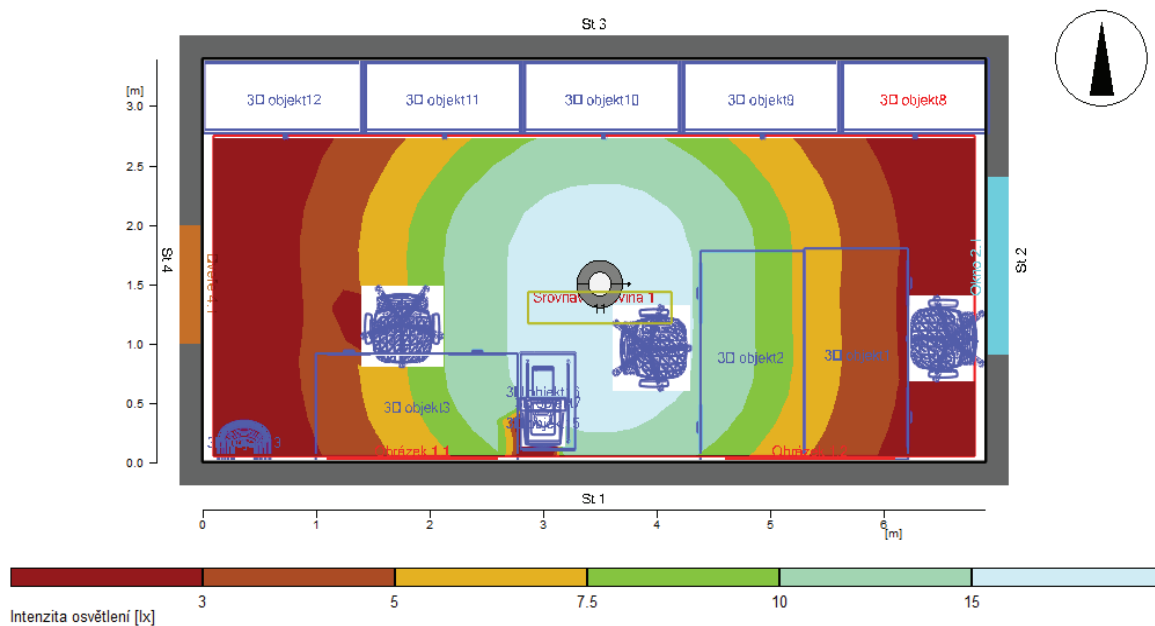
### 1.5.1. Učebna č. 306



## 1.5.2. Učebna č. 330



### 1.5.3. Kabinet č. 307



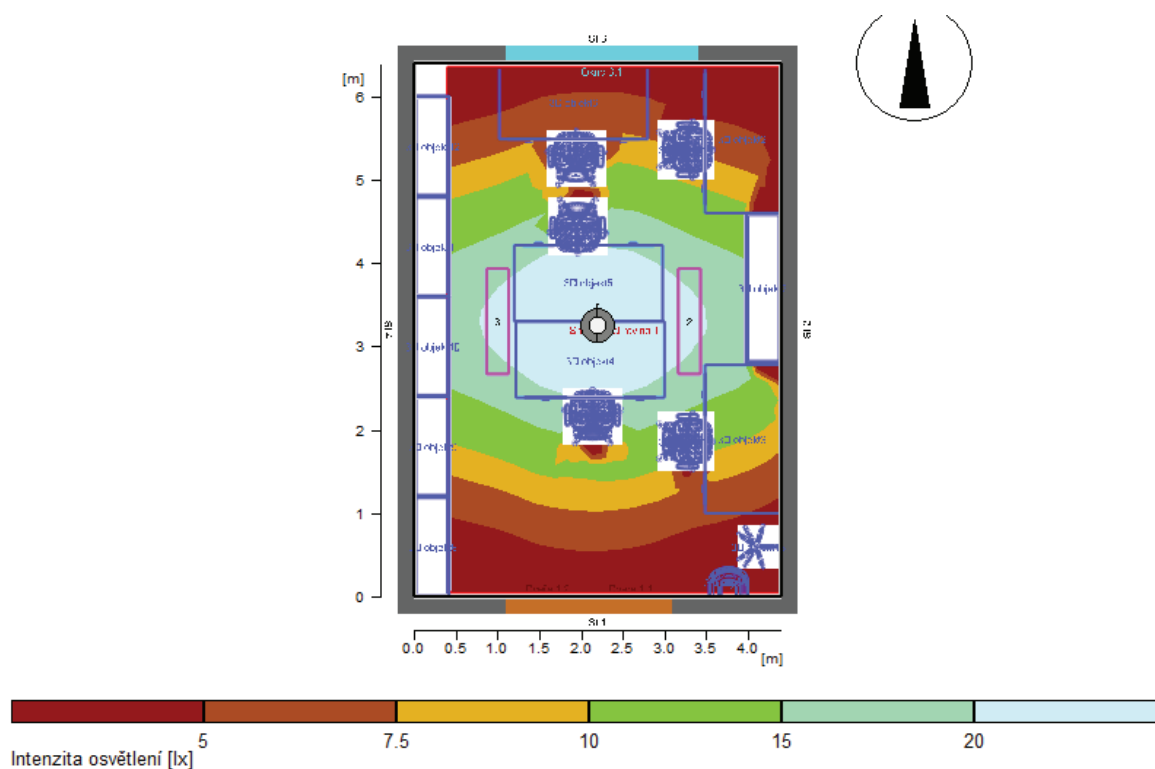
#### Obecně

Použitý algoritmus výpočtu	Složka přímá
Výška hodnotící plochy	0.75 m
Výška roviny svítidel	3.00 m
Udržovací čísel	0.80
Celkový světelný tok všech zdrojů	502.5 lm
Celkový výkon	72 W
Celkový výkon na ploše (23.46 m <sup>2</sup> )	3.07 W/m <sup>2</sup>

#### Intenzity osvětlení

Udržovaná osvětlenost	Em	7.9 lx
Minimální osvětlenost	Emin	1.4 lx
Maximální osvětlenost	Emax	19.4 lx
Rovnoměrnost g1	Emin/Em	1:5.55 (0.18)
Rovnoměrnost g2	Emin/Emax	1:13.7 (0.07)

### 1.5.4. Kabinet č. 318



#### Obecně

Použitý algoritmus výpočtu	Složka přímá
Výška hodnotící plochy	0.75 m
Výška roviny svítidel	3.20 m
Udržovací činitel	0.80

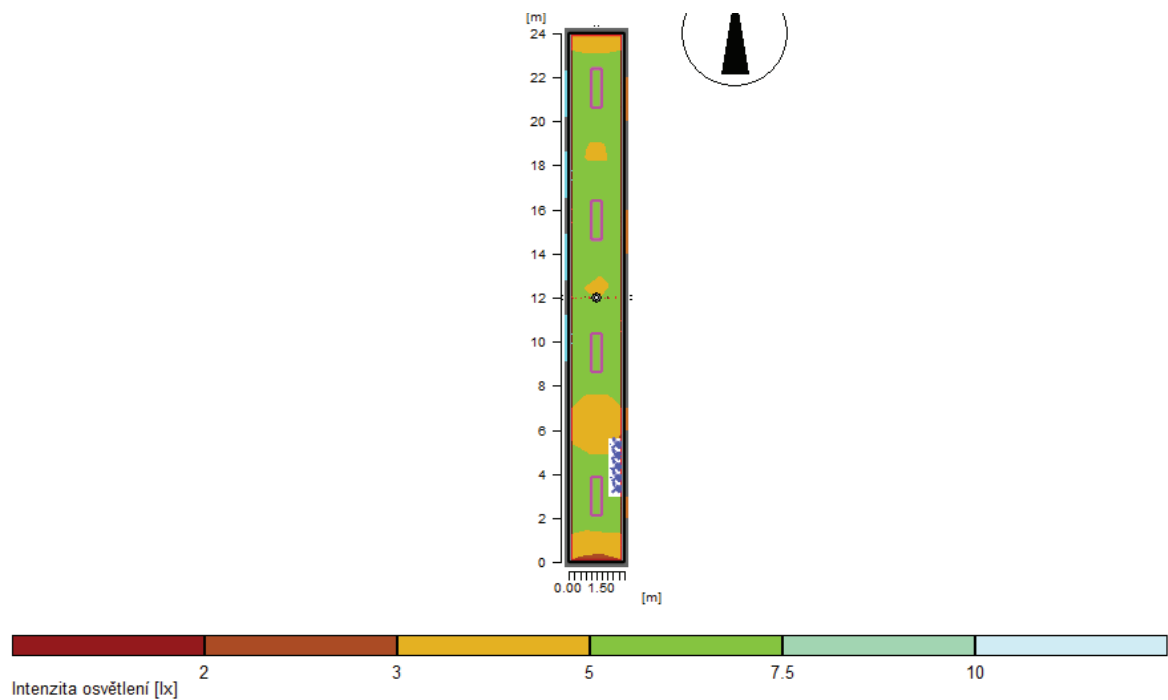
Celkový světelný tok všech zdrojů	1005 lm
Celkový výkon	144 W
Celkový výkon na ploše (28.16 m <sup>2</sup> )	5.11 W/m <sup>2</sup>

#### Intenzity osvětlení

Udržovaná osvětlenost	Em	11.5 lx
Minimální osvětlenost	E <sub>min</sub>	0.1 lx
Maximální osvětlenost	E <sub>max</sub>	25.4 lx
Rovnoměrnost g1	E <sub>min</sub> /E <sub>m</sub>	1:141 (0.01)
Rovnoměrnost g2	E <sub>min</sub> /E <sub>max</sub>	1:313 (0)

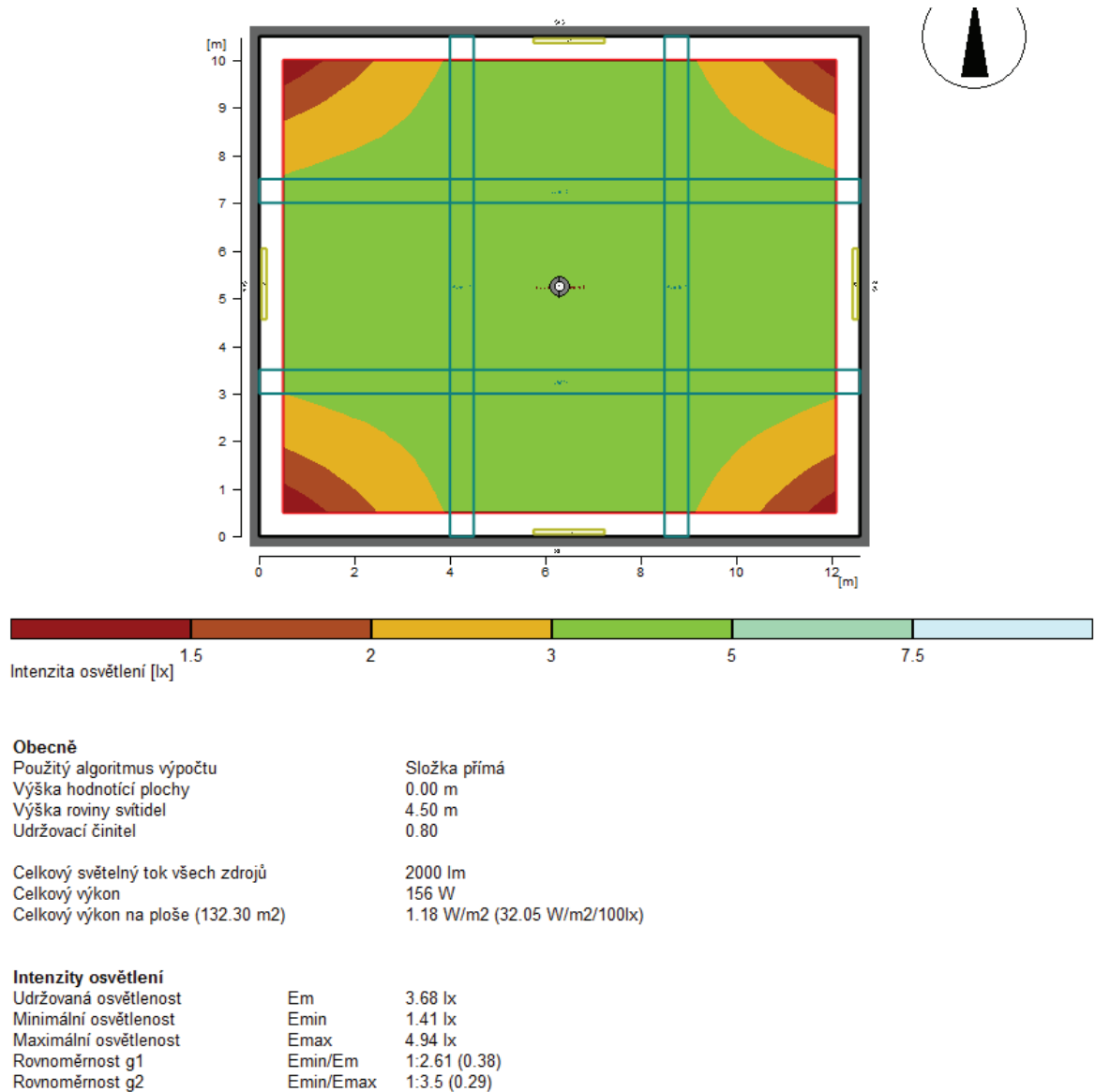


1.5.5. Chodba 1. poschodí (č. 339)

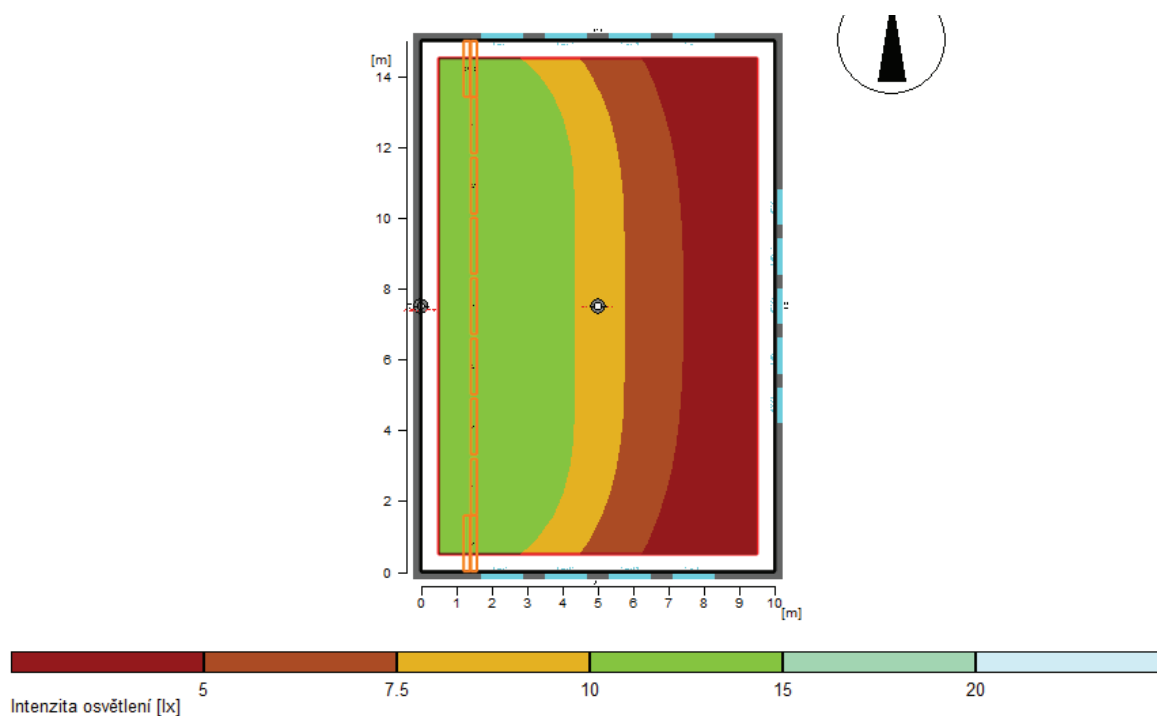


<b>Obecně</b>		
Použitý algoritmus výpočtu	Složka přímá	
Výška hodnoticí plochy	0.00 m	
Výška roviny svítidel	3.70 m	
Udržovací činitel	0.80	
Celkový světelný tok všech zdrojů	2580 lm	
Celkový výkon	392 W	
Celkový výkon na ploše (60.00 m2)	6.53 W/m2 (113.00 W/m2/100lx)	
<b>Intenzity osvětlení</b>		
Udržovaná osvětlenost	Em	5.78 lx
Minimální osvětlenost	Emin	3.54 lx
Maximální osvětlenost	Emax	7.16 lx
Rovnoměrnost g1	Emin/Em	1:1.63 (0.61)
Rovnoměrnost g2	Emin/Emax	1:2.02 (0.49)

1.5.6. Reprezentační hala s kazetovým stropem



## 1.5.7. Tělocvična



### Obecně

Použitý algoritmus výpočtu	Složka přímá
Výška hodnotící plochy	0.10 m
Výška roviny svítidel	5.00 m
Udržovací činitel	0.80
Celkový světelný tok všech zdrojů	8580 lm
Celkový výkon	1276 W
Celkový výkon na ploše (150.00 m2)	8.51 W/m2 (101.31 W/m2/100lx)

### Intenzity osvětlení

Udržovaná osvětlenost	Em	8.4 lx
Minimální osvětlenost	Emin	2.4 lx
Maximální osvětlenost	Emax	13.7 lx
Rovnoměrnost g1	Emin/Em	1:3.56 (0.28)
Rovnoměrnost g2	Emin/Emax	1:5.79 (0.17)

## 2. Tabulky použitých okruhů a místností, které jsou na ně napojeny

Základní informační středisko (ZIS)			
Světelné obvody	Místnosti	Zásuvkové obvody	Místnosti
ZisSv1	506-512	ZisZas1	505-511
ZisSv2	502-505,513,514	ZisZas2	505-512,514
ZisNouz1	501-514	504+chod	504+chodba

Tab. 1 seznam obvodů a na ně napojených místností na základním informačním středisku

SUTERÉN			
Světelné obvody	Místnosti	Zásuvkové obvody	Místnosti
SutSv1	132-134,136-148	SutZas1	136-140,143-145
SutSv2	116-121	SutZas2	139,141,146-148
SutSv3	127-137 (pouze zářivky)	SutZas3	u117-121
SutSv4	128 (pouze výbojky)	SutZas4	115,122,135
SutSv5	115,122-126,135	SutZas5	127-130
SutNouz1	136-148		
SutNouz2	116-121,128-134		
SutNouz3	122,127,135,125,126		

Tab. 2 seznam obvodů a na ně napojených místností v suterénu

Přízemí			
Světelné obvody	Místnosti	Zásuvkové obvody	Místnosti
PrizSv1	223-226	PrizZas1	222 vlevo,225,226
PrizSv2	214-217	PrizZas2	217,218,221 nahoře, vlevo
PrizSv3	218,219,222	PrizZas3	221 dole, 213-216
PrizSv4	209-211,213,221	PrizZas4	221 vpravo,209+-211
PrizSv5	201-205	219Pc1	219
PrizSv6	206,207	219Pc2	219
PrizSv7	208,212,220	219Pc3	219
ŠkolSv1	227,229-233	PrizZas5	204,212 nahoře
PrizNouz1	218,219,222-226	PrizZas6	201-203
PrizNouz2	214-217	PrizZas7	206,207,212 uprostřed
PrizNouz3	209-211,213,221	PrizZas8	208,212 dole
PrizNouz4	201-204	Kuchyň	231
PrizNouz5	206,207	Sporák	231
PrizNouz6	208,212,220	ŠkolZás	227,230,232,233

Tab. 3 seznam obvodů a na ně napojených místností v přízemí

<b>1.POSCHODÍ</b>			
Světelné obvody	Místnosti	Zásuvkové obvody	Místnosti
1.PosSv1	326,328-331	1.PosZás1	327 nahoře,333-335
1.PosSv2	325,327,332-337	1.PosZás2	332
1.PosSv3	317-320,324	1.PosZás3	331
1.PosSv4	312-316	1.PosZás4	328-330
1.PosSv5	311	1.PosZás5	316 vlevo,317,324
1.PosSv6	321,323,338,308-310	1.PosZás6	315,316 vlevo,321 dole
1.PosSv7	301-303	1.PosZás7	313,314,323
1.PosSv8	304-306	1.PosZás8	312 nahoře
1.PosSv9	307,322,339	1.PosZás9	312 dole
1.PosNouz1	311-320,324,326,328-331	1.PosZás10	311
1.PosNouz2	321,323,338,308-310	1.PosZás11	308,321 vpravo,338
1.PosNouz3	325,327,332,337	1.PosZás12	318
1.PosNouz4	311-316	1.PosZás13	321, nahoře, vpravo,319
1.PosNouz5	301-303	1.PosZás14	301-303
1.PosNouz6	304-306	1.PosZás15	304
1.PosNouz7	307,322,339	1.PosZás16	305
		1.PosZás17	306,307,339

**Tab. 4 seznam obvodů a na ně napojených místností v 1. poschodí**

<b>2.POSCHODÍ</b>			
Světelné obvody	Místnosti	Zásuvkové obvody	Místnosti
2.PosSv1	418,419,422	Půda	
2.PosSv2	416,417	2.PosZás1	417,422
2.PosSv3	413-415	2.PosZás2	412,415,416,421 dole
2.PosSv4	408-410,412,421	2.PosZás3	413,414
2.PosSv5	401-404	2.PosZás4	401,402
2.PosSv6	405-407	2.PosZás5	403,405,411
2.PosSv7	411,421	2.PosZás6	406-408
2.PosNouz1	416-419,422		
2.PosNouz2	413-415		
2.PosNouz3	408-410,412,421		
2.PosNouz4	401-404		
2.PosNouz5	405-407		
2.PosNouz6	411,420		

**Tab. 5 seznam obvodů a na ně napojených místností v 2. poschodí**